普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版

机 械 设 计 基 础 系 列

机械设计基础课程设计指导书（第四版）

陈立德 主编



普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版

机械设计基础系列

机械设计基础
课程设计指导书

Jixie Sheji Jichu Kecheng Sheji Zhidaoshu

（第四版）

陈立德　主　编



内容提要

本书是在普通高等教育"十一五"国家级规划教材《机械设计基础课程设计指导书(第三版)》基础上，依据《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》修订而成的。本书为《机械设计基础（第四版）》教材的配套教材。

本书是一本指导设计的教材，以一级圆柱齿轮减速器为例介绍机械设计的全过程，书中附有大量的附录，如最新国家标准和规范、参考图例、设计题目以及答辩题等，便于学生设计时应用。本书力求简明实用，注意加强结构设计能力的培养。

本书可供高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机械类、近机类各专业进行机械设计课程设计时使用，也可供有关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计指导书/陈立德主编．--4版．--北京:高等教育出版社,2013.7
ISBN 978-7-04-037019-5

Ⅰ.①机… Ⅱ.①陈… Ⅲ.①机械设计-课程设计-高等职业教育-教学参考资料 Ⅳ.①TH122-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第031269号

策划编辑 张玉海 责任编辑 李文轶 特约编辑 张金海 封面设计 于文燕
版式设计 马敬茹 插图绘制 尹文军 责任校对 殷 然 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 三河市骏杰印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 14.5
字 数 350千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn
网上订购 http://www.landraco.com
http://www.landraco.com.cn
版 次 2000年8月第1版
2013年7月第4版
印 次 2013年7月第1次印刷
定 价 21.60元

物 料 号 37019-00

第四版前言

本书是在普通高等教育“十一五”国家级规划教材《机械设计基础课程设计指导书(第三版)》基础上,吸取原教材在教学实践中所取得的经验及广泛征求读者意见修订而成的。本书是《机械设计基础(第四版)》教材的配套教材。

这次修订的原则是:

1. 保持原书特色,对有关的文字与插图等作必要的修改与内容的增删。

2. 加强结构设计的内容,提高结构设计的能力。

3. 采用新国标。近年来又颁布了不少新的国家标准,如常用标准件中已采用了2010年颁布的标准等。

参加本书修订工作的有:陈立德、罗卫平、李晓晖、姜小菁、凌秀军、卞咏梅等。本书由南京金陵科技学院陈立德教授主编,罗卫平任副主编。

本书由上海新江机器厂高级工程师陈立兴先生审阅。在修订过程中,许多同行提出了很好的意见和建议。在此一并表示衷心的感谢!

鉴于编者水平有限,书中难免会有不妥之处,恳请同行和广大读者批评指正。

编　者

2013.3

第三版前言

本书是在第二版的基础上，依据《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》中关于课程设计的要求，广泛征求读者意见修订而成的。本书是“十一五”国家级规划教材——陈立德主编《机械设计基础(第三版)》的配套教材。

本次修订的原则是：

1. 保持第二版特色，对有关的文字与插图等作必要的修改与内容的增删。

2. 采用近年来颁布的新的国家标准，如常用标准件中已采用了2006年颁布的标准等。

3. 突出结构设计，并补充图例内容，如增加了各种基本类型的减速器的装配图。

本书由南京金陵科技学院陈立德教授任主编，罗卫平任副主编，参加修订工作的有陈立德、罗卫平、李晓晖、姜小菁、续海峰、卞咏梅等。

本书由南京工程学院徐锦康教授、南京航空航天大学欧阳祖行教授主审，在修订过程中许多同行提出了很好的意见和建议。在此一并表示衷心的感谢。

鉴于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳请同行和广大读者批评指正。

编　者

2007.3

第二版前言

本书是在第一版的基础上,依据教育部制定的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》中关于课程设计的要求,广泛征求读者意见,修订而成的。本书是机械设计基础课程的配套教材。

这次修订的原则是:

1. 保持原书特色,对有关的文字与插图等作必要的修改与内容的增删。

2. 采用新目标,近年来又颁布了不少新的国家标准如常用标准件中已采用了2000年颁布的标准等。

3. 增加附录内容。如将原有的12个附录增加到15个,便于学生在设计时使用。

参加本书修订工作的有:陈立德、牛玉丽、白家旺、李晓晖、姜小菁、罗卫平等。本书由南京金陵科技学院陈立德教授任主编,天津职业大学牛玉丽副教授任副主编。

本书由南京工程学院徐锦康教授审稿。在修订过程中,许多同行提出了很好的意见和建议。在此一并表示衷心的感谢。

鉴于编者水平有限,书中难免会有不妥之处,恳请同行和广大读者批评指正。

编　者

2003.12

第一版前言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育机械设计基础课程教学基本要求》(机械类专业适用)中关于课程设计的要求编写的,是机械设计基础课程的配套教材。

本书是按照课程设计的步骤编写的,对每一设计步骤的工作内容和顺序都作了说明。全书以一级圆柱齿轮减速器为例说明机械设计过程。

本书尽量避免与《机械设计基础》教材的内容重复,只精选了有关机械设计手册、图册的部分内容,所以在进行课程设计时,本书要与教材配合使用。本书除一般性指导书应有的内容外,还附有大量补充材料,如标准规范、参考图、设计题目、装配图常见错误示例、减速器装拆试验、答辩参考题等,使本书更具实用性。

参加本书编写的有:天津职业大学牛玉丽、白家旺,南京金陵职业大学姜小菁、陈立德等。全书由陈立德教授任主编,牛玉丽副教授任副主编,南京机械高等专科学校徐锦康教授审稿。

对于本书编写上的不足、不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

编　者

2000 年 5 月于南京

目录

第1章 总论

一、课程设计的目的

课程设计是机械设计基础课程重要的教学环节，是培养学生机械设计的重要实践环节。

课程设计的主要目的是：

1）通过课程设计使学生综合运用机械设计基础课程及有关先修课程的知识，起到巩固、深化、融会贯通及扩展有关机械设计方面知识的作用，树立正确的设计思想。

2）通过课程设计的实践，培养学生分析和解决工程实际问题的能力，使学生掌握机械零件、机械传动装置或简单机械的一般设计方法和步骤。

3）提高学生的有关设计能力，如计算能力、绘图能力等，使学生熟悉设计资料（手册、图册等）的使用，掌握经验估算等机械设计的基本技能。

二、课程设计的内容和任务

课程设计一般选择机械传动装置或简单机械作为设计课题（比较成熟的题目是以齿轮减速器为主的机械传动装置），设计的主要内容一般包括以下几方面：

1）拟定、分析传动装置的设计方案；

2）选择电动机，计算传动装置的运动和动力参数；

3）进行传动件的设计计算，校核轴、轴承、联轴器、键等；

4）绘制减速器装配图；

5）绘制零件工作图；

6）编写设计计算说明书。

课程设计要求在两周内完成以下任务：

1）绘制减速器装配图1张（用A1或A0图纸绘制）；

2）零件工作图1至2张（齿轮、轴、箱体等）；

3）设计计算说明书一份，8 000字左右；

4）答辩。

三、课程设计的步骤

课程设计一般可按以下顺序进行：设计准备工作—总体设计—传动件的设计计算—装配图草图的绘制（校核轴、轴承等）—装配图的绘制—零件工作图的绘制—编写设计计算说明书—答

辩。每一设计步骤所包括的设计内容如表1所列。

指导教师在学生完成以上设计步骤后，根据图纸、说明书以及答辩情况等对设计进行综合评定。

表1 课程设计的步骤

步骤	主要内容	学时比例
1. 设计准备工作	(1) 熟悉任务书，明确设计的内容和要求； (2) 熟悉设计指导书、有关资料、图纸等； (3) 观看录像、实物、模型或进行减速器装拆实验等，了解减速器的结构特点与制造过程	5%
2. 总体设计	(1) 确定传动方案； (2) 选择电动机； (3) 计算传动装置的总传动比，分配各级传动比； (4) 计算各轴的转速、功率和转矩	5%
3. 传动件的设计计算	(1) 计算齿轮传动(或蜗杆传动)、带传动、链传动的主要参数和几何尺寸； (2) 计算各传动件上的作用力	5%
4. 装配图草图的绘制	(1) 确定减速器的结构方案； (2) 绘制装配图草图，进行轴、轴上零件和轴承组合的结构设计； (3) 校核轴的强度、校核滚动轴承的寿命； (4) 绘制减速器箱体结构； (5) 绘制减速器附件	40%
5. 装配图的绘制	(1) 画底线图，画剖面线； (2) 选择配合，标注尺寸； (3) 编写零件序号，列出明细栏； (4) 加深线条，整理图面； (5) 书写技术条件、减速器特性等	25%
6. 零件工作图的绘制	(1) 绘制齿轮类零件图； (2) 绘制轴类零件图； (3) 绘制其他零件图(由指导教师定)	8%
7. 编写设计计算说明书	(1) 编写设计计算说明书，内容包括所有的计算，并附有必要的简图； (2) 说明书最后一段内容应写出设计总结：一方面总结设计课题的完成情况，另一方面总结个人所作设计的收获体会以及不足之处	10%
8. 答辩	(1) 作答辩准备； (2) 参加答辩	2%

四、课程设计的有关注意事项

本课程设计是学生第一次接受全面的设计训练，学生一开始往往不知所措。一方面，指导教

师应给予学生适当的指导,引导学生的设计思路,启发学生独立思考,解答学生的疑难问题,并掌握设计的进度,对设计进行阶段性检查。另一方面,作为设计的主体,学生应在教师的指导下发挥主观能动性,积极思考问题,认真阅读设计指导书,查阅有关设计资料,按教师的布置循序渐进地进行设计,按时完成设计任务。

在课程设计中应注意以下事项:

(1) 认真设计草图是提高设计质量的关键

草图也应该按正式图的比例画出,而且作图的顺序要得当。画草图时应着重注意各零件之间的相对位置,有些细部结构可先以简化画法画出。

(2) 设计过程中应及时检查、及时修正

设计过程是一个边绘图、边计算、边修改(又称三边设计)的过程,应经常进行自查或互查,有错误应及时修改,以免造成大的返工。

(3) 注意计算数据的记录和整理

数据是设计的依据,应及时记录与整理计算数据,如有变动应及时修正,供下一步设计及编写设计说明书时使用。

(4) 要有整体观念

设计时考虑问题周全、整体观念强,就会少出差错,从而提高设计的效率。

第2章　传动装置的总体设计

传动装置的总体设计包括确定传动方案、选择电动机型号、合理分配各级传动比以及计算传动装置的运动和动力参数等,为下一步计算各级传动件提供条件。

设计任务书一般由指导教师拟定,学生应对传动方案进行分析,对方案是否合理提出自己的见解。合理的传动方案应满足工作要求,具有结构紧凑、便于加工、效率高、成本低、使用维护方便等特点。

一、传动方案分析

在分析传动方案时应注意常用机械传动方式的特点及在布局上的要求:

1) 带传动平稳性好,能缓冲吸振,但承载能力小,宜布置在高速级;

2) 链传动平稳性差,且有冲击、振动,宜布置在低速级;

3) 蜗杆传动放在高速级时蜗轮材料应选用锡青铜,否则可选用铝铁青铜;

4) 开式齿轮传动的润滑条件差,磨损严重,应布置在低速级;

5) 锥齿轮、斜齿轮宜放在高速级。

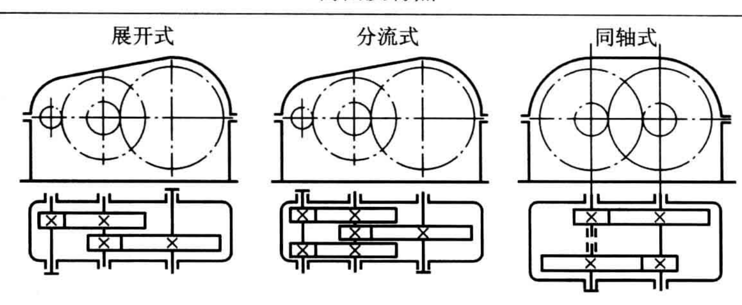
常用减速器的类型和特点见表2.1,常用传动机构的性能及适用范围见表2.2,机械传动和摩擦副的效率概略值见表2.3。

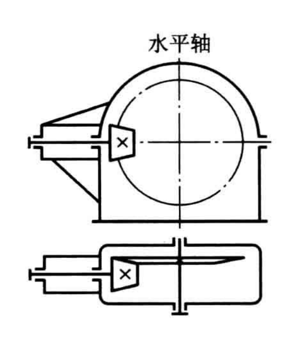
对初步选定的传动方案,在设计过程中还可能要不断地修改和完善。

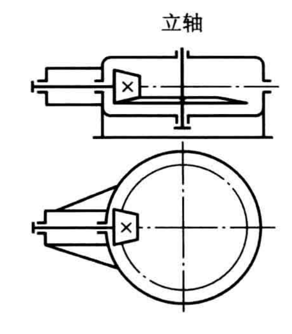
表2.1　减速器的主要类型和特点

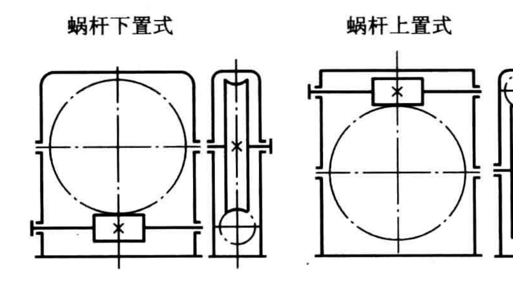
类型	简图及特点
一级圆柱齿轮减速器	传动比一般小于5,使用直齿、斜齿或人字齿齿轮,传递功率可达数万千瓦,效率较高。工艺简单,精度易于保证,一般工厂均能制造,应用广泛。轴线可水平布置、上下布置或铅垂布置

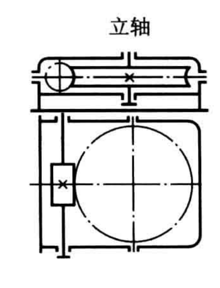
续表

<table>
<tr><th>类型</th><th>简图及特点</th></tr>
<tr><td>二级圆柱齿轮减速器</td><td>

传动比一般为 8 ~ 40,使用斜齿、直齿或人字齿齿轮。结构简单,应用广泛。展开式由于齿轮相对于轴承为不对称布置,因而沿齿向载荷分布不均,要求轴有较大刚度。分流式则齿轮相对于轴承对称布置,常用于较大功率、变载荷场合。同轴式减速器长度方向尺寸较小,但轴向尺寸较大,中间轴较长,刚度较差,两级大齿轮直径接近,有利于浸油润滑。轴线可以水平、上下或铅垂布置</td></tr>
<tr><td>一级锥齿轮减速器</td><td>



传动比一般小于 3,使用直齿、斜齿或曲齿齿轮</td></tr>
<tr><td>一级蜗杆减速器</td><td>



结构简单,尺寸紧凑,但效率较低,适用于载荷较小、间歇工作的场合。蜗杆圆周速度 $v \leqslant 4 \sim 5$ m/s 时用蜗杆下置式,$v > 4 \sim 5$ m/s 时用蜗杆上置式。采用立轴布置时密封要求高</td></tr>
</table>

表 2.2　常用传动机构的性能及适用范围

选用指标 \ 传动机构		平带传动	V 带传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率(常用值)/kW		小 (≤20)	中 (≤100)	中 (≤100)	大 (最大达 50 000)		小 (≤50)
单级传动比	常用值	2~4	2~4	2~5	圆柱 3~5	圆锥 2~3	10~40
	最大值	5	7	6	8	5	80
传动效率		查表 2.3					
许用的线速度/(m/s)		≤25	≤25~30	≤20	6 级精度直齿 v≤18 m/s,非直齿 v≤36 m/s;5 级精度 v 可达 100 m/s		≤15~35
外廓尺寸		大	大	大	小		小
传动精度		低	低	中等	高		高
工作平稳性		好	好	较差	一般		好
自锁能力		无	无	无	无		可有
过载保护作用		有	有	无	无		无
使用寿命		短	短	中等	长		中等
缓冲吸振能力		好	好	中等	差		差
要求制造及安装精度		低	低	中等	高		高
要求润滑条件		不需	不需	中等	高		高
环境适应性		不能接触酸、碱、油类、爆炸性气体		好	一般		一般

表 2.3　机械传动和摩擦副的效率概略值

种类		效率 η	种类		效率 η
圆柱齿轮传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动(油润滑)	0.98~0.99	锥齿轮传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动(油润滑)	0.97~0.98
	8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.97		8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.94~0.97
	9 级精度的齿轮传动(油润滑)	0.96		加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.92~0.95
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.92~0.96		铸造齿的开式齿轮传动	0.88~0.92
	铸造齿的开式齿轮传动	0.90~0.93			

续表

种类		效率 η	种类		效率 η
蜗杆传动	自锁蜗杆(油润滑)	0.40~0.45	联轴器	弹性联轴器	0.99~0.995
	单头蜗杆(滑润滑)	0.70~0.75		万向联轴器($\alpha \leqslant 3°$)	0.97~0.98
	双头蜗杆(油润滑)	0.75~0.82		万向联轴器($\alpha > 3°$)	0.95~0.97
	三头和四头蜗杆(油润滑)	0.80~0.92	滑动轴承	润滑不良	0.94(一对)
	环面蜗杆传动(油润滑)	0.85~0.95		润滑正常	0.97(一对)
带传动	平带无压紧轮的开式传动	0.98		润滑特好(压力润滑)	0.98(一对)
	平带有压紧轮的开式传动	0.97		液体摩擦	0.99(一对)
	平带交叉传动	0.90	滚动轴承	球轴承(稀油润滑)	0.99(一对)
	V 带传动	0.96		滚子轴承(稀油润滑)	0.98(一对)
链传动	焊接链	0.93	卷筒		0.96
	片式关节链	0.95	减(变)速器	单级圆柱齿轮减速器	0.97~0.98
	滚子链	0.96		双级圆柱齿轮减速器	0.95~0.96
	齿形链	0.97		行星圆柱齿轮减速器	0.95~0.98
复滑轮组	滑动轴承($i=2\sim6$)	0.90~0.98		单级锥齿轮减速器	0.95~0.96
	滚动轴承($i=2\sim6$)	0.95~0.99		双级圆锥-圆柱齿轮减速器	0.94~0.95
摩擦传动	平摩擦轮传动	0.85~0.92		无级变速器	0.92~0.95
	槽摩擦轮传动	0.88~0.90		摆线-针轮减速器	0.90~0.97
	卷绳轮	0.95	丝杠传动	滑动丝杠	0.30~0.60
联轴器	十字滑块联轴器	0.97~0.99		滚动丝杠	0.85~0.95
	齿式联轴器	0.99			

二、选择电动机

电动机已经标准化、系列化,应按照工作机的要求,根据选择的传动方案选择电动机的类型、容量和转速,并在产品目录中查出其型号和尺寸。

1. 电动机类型和结构形式的选择

电动机有交流电动机和直流电动机之分,一般工厂都采用三相交流电,因而多采用交流电动机。交流电动机有异步电机和同步电机两类,异步电机又分为笼型和绕线型两种,其中以普通笼型异步电机应用最多。目前应用最广的是 Y 系列自扇冷式笼型三相异步电机,其结构简单、起动性能好、工作可靠、价格低廉,维护方便,适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体、无特殊要求的场合,如运输机、机床、风机、农机、轻工机械等。在经常需要起动,制动和正、反转的场合(如起重机),则要求电动机转动惯量小、过载能力大,应选用起重及冶金用三相异步电机 YZ 型(笼型)或

YZR 型(绕线型)。

在连续运转的条件下,电动机发热不超过许可温升的最大功率称为额定功率。负荷达到额定功率时的电动机转速称为满载转速。三相交流异步电机的铭牌上都标有额定功率和满载转速。为满足不同的输出轴要求和安装需要,同一类型的电动机可制成几种安装结构形式,并以不同的机座号来区别。各型号电动机的技术数据,如额定功率、满载转速、起动转矩和额定转矩之比、最大转矩和额定转矩之比、外形及安装尺寸等,可查阅有关机械设计手册或电动机产品目录。

2. 确定电动机的功率

电动机功率的选择直接影响到电动机的工作性能和经济性能的好坏。如果所选电动机的功率小于工作要求,则不能保证工作机正常工作,使电动机经常过载而提早损坏;如果所选电动机的功率过大,则电动机经常不能满载运行,功率因数和效率较低,从而增加电能消耗、造成浪费。因此,在设计中一定要选择合适的电动机功率。

课程设计的题目一般为长期连续运转、载荷不变或很少变化的机械。确定电动机功率的原则是电动机的额定功率 P_{ed} 稍大于电动机工作功率 P_d,即 $P_{ed} \geq P_d$,这样电动机在工作时就不会过热。一般情况下可以不校验电动机的起动转矩和发热。

如图 2.1 所示的带式运输机,其工作机所需要的电动机输出功率为

$$P_d = \frac{P_W}{\eta} \tag{2.1}$$

式中:P_W 为工作机所需输入功率,即指运输带主动端所需功率,单位为 kW;η 为电动机至工作机主动端之间的总效率。

工作机所需功率 P_W 由机器的工作阻力和运动参数(线速度或转速)求得,可由设计任务书给定的工作参数(F、v 或 T、n)按下式计算:

$$P_W = \frac{Fv}{1\,000\eta_W} \tag{2.2}$$

或

$$P_W = \frac{Tn_W}{9\,550\eta_W} \tag{2.3}$$

图 2.1 带式运输机传动简图

式中:F 为工作机的工作阻力,单位为 N;v 为工作机卷筒的线速度,单位为 m/s;T 为工作机的阻力矩,单位为 N · m;n_W 为工作机卷筒的转速,单位为 r/min;η_W 为工作机的效率。

由电动机至工作机的传动装置总效率 η 为

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \cdots \cdot \eta_n \tag{2.4}$$

其中 $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_n$ 分别为传动装置中各传动副(齿轮、蜗杆、带或链)、轴承、联轴器的效率,其概略值可按表 2.3 选取。由此可知,应初选联轴器、轴承类型及齿轮精度等级,以便于确定各部分的效率。

计算传动装置的总效率时需注意以下几点:

1) 表中所列为效率值的范围时,一般可取中间值;

2) 同类型的几对传动副、轴承或联轴器,均应单独计入总效率;

3) 轴承效率均指一对轴承的效率;

4）蜗杆传动效率与蜗杆的头数及材料有关，设计时应先选头数并估计效率，待设计出蜗杆的传动参数后再最后确定效率，并核验电动机所需功率。

3. 确定电动机的转速

同一类型、相同额定功率的电动机也有几种不同的转速。低转速电动机的极数多、外廓尺寸及重量较大、价格较高，但可使传动装置的总传动比及尺寸减小，高转速电动机则与其相反。设计时应综合考虑各方面因素选取适当的电动机转速。三相异步电机有四种常用的同步转速，即 3 000 r/min、1 500 r/min、1 000 r/min、750 r/min，一般多选用同步转速为 1 500 r/min 或 1 000 r/min的电动机。

可由工作机的转速要求和传动机构的合理传动比范围，推算出电动机转速的可选范围，即

$$n_d = (i_1 \cdot i_2 \cdot \cdots \cdot i_n) n_W \tag{2.5}$$

式中：n_d 为电动机可选转速范围；$i_1, i_2, \cdots, i_n$ 分别为各级传动机构的合理传动比范围。

由选定的电动机类型、结构、容量和转速查出电动机型号，并记录其型号、额定功率、满载转速、中心高、轴伸尺寸、键连接尺寸等（见附表 8.1 ~ 附表 8.10）。

设计传动装置时，一般按实际需要的电动机输出功率 P_d 计算，转速则取满载转速。

例 2.1 图 2.2 所示为带式运输机的传动方案。已知卷筒直径 $D = 500$ mm，运输带的有效拉力 $F = 1\ 500$ N，运输带速度 $v = 2$ m/s，卷筒效率为 0.96，长期连续工作。试选择合适的电动机。

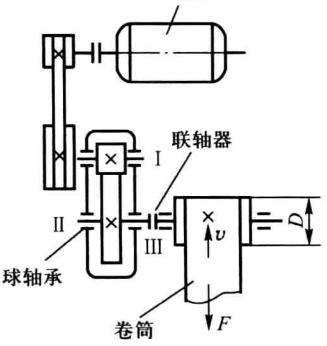


图 2.2 带式运输机的传动方案

解

（1）选择电动机类型

按已知的工作要求和条件，选用 Y 型全封闭笼型三相异步电机。

（2）选择电动机功率

工作机所需的电动机输出功率为

$$P_d = \frac{P_W}{\eta}$$

$$P_W = \frac{Fv}{1\ 000\eta_W}$$

所以

$$P_d = \frac{Fv}{1\ 000\eta_W \eta}$$

由电动机至工作机之间的总效率（包括工作机效率）为

$$\eta \cdot \eta_W = \eta_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6$$

式中：η_1、η_2、η_3、η_4、η_5、η_6 分别为带传动、齿轮传动的轴承、齿轮传动、联轴器、卷筒轴的轴承及卷筒的效率。取 $\eta_1 = 0.96$、$\eta_2 = 0.99$、$\eta_3 = 0.97$、$\eta_4 = 0.97$、$\eta_5 = 0.98$、$\eta_6 = 0.96$，则

$$\eta \cdot \eta_W = 0.96 \times 0.99^2 \times 0.97 \times 0.97 \times 0.98 \times 0.96 = 0.83$$

所以

$$P_d = \frac{Fv}{1\ 000\eta_W \eta} = \frac{1\ 500 \times 2}{1\ 000 \times 0.83} \text{kW} = 3.61\ \text{kW}$$

（3）确定电动机转速

卷筒轴的工作转速为

$$n_W = \frac{60 \times 1\ 000v}{\pi D} = \frac{60 \times 1\ 000 \times 2}{\pi \times 500} \text{r/min} = 76.4 \text{ r/min}$$

按推荐的合理传动比范围，取 V 带传动的传动比 $i'_1 = 2 \sim 4$，单级齿轮传动比 $i'_2 = 3 \sim 5$，则合理总传动比的范围为 $i' = 6 \sim 20$，故电动机转速的可选范围为

$$n'_d = i' \cdot n_W = (6 \sim 20) \times 76.4 \text{ r/min}$$

$$n'_d = (458 \sim 1\ 528) \text{ r/min}$$

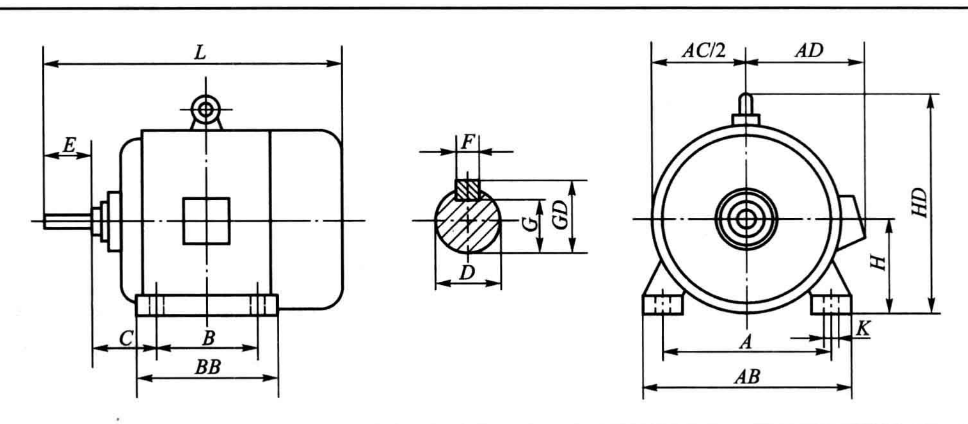
符合这一范围的同步转速有 750 r/min、1 000 r/min、1 500 r/min，再根据计算出的容量，由附表 8.1 查出有三种适用的电动机型号，其技术参数及传动比的比较情况见表 2.4。

表 2.4　电动机型号

方案	电动机型号	额定功率 P_{ed}/kW	电动机转速/(r/min)		传动装置的传动比		
			同步转速	满载转速	总传动比	带	齿轮
1	Y160M1 - 8	4	750	720	9.42	3	3.14
2	Y132M1 - 6	4	1 000	960	12.57	3.14	4
3	Y112M - 4	4	1 500	1 440	18.85	3.5	5.385

综合考虑电动机和传动装置的尺寸、重量以及带传动和减速器的传动比，比较三个方案可知：方案 1 的电动机转速低，外廓尺寸及重量较大，价格较高，虽然总传动比不大，但因电动机转速低，导致传动装置尺寸较大。方案 3 电动机转速较高，但总传动比大，传动装置尺寸较大。方案 2 适中，比较适合。因此，选定电动机型号为 Y132M1 - 6，所选电动机的额定功率 $P_{ed} = 4$ kW，满载转速 $n_m = 960$ r/min，总传动比适中，传动装置结构较紧凑。所选电动机的主要外形尺寸和安装尺寸如表 2.5 所列。

表 2.5　电动机外形尺寸和安装尺寸　　mm



中心高 H	外形尺寸 $L \times (AC/2 + AD) \times HD$	底脚安装尺寸 $A \times B$	地脚螺栓孔直径 D	轴伸尺寸 $D \times E$	装键部位尺寸 $F \times GD$
132	515 × 345 × 315	216 × 178	12	38 × 80	10 × 41

三、计算总传动比和分配传动比

由选定电动机的满载转速 n_m 和工作机主动轴的转速 n_W，可得传动装置的总传动比为

$$i = \frac{n_m}{n_W} \tag{2.6}$$

对于多级传动 i 为

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \cdots \cdot i_n \tag{2.7}$$

计算出总传动比后，应合理地分配各级传动比，限制传动件的圆周速度以减小动载荷，降低传动精度等级。分配各级传动比时主要应考虑以下几点：

1）各级传动的传动比应在推荐的范围内选取，参见表 2.2。

2）应使传动装置的结构尺寸较小、重量较轻。如图 2.3 所示，当二级减速器的总中心距和总传动比相同时，传动比分配方案不同，减速器的外廓尺寸也不同。

3）应使各传动件的尺寸协调，结构匀称、合理，避免互相干涉碰撞。例如，由带传动和齿轮减速器组成的传动中，一般应使带传动的传动比小于齿轮传动的传动比。如果带传动的传动比过大，大带轮过大，则易使大带轮与底座相碰，如图 2.4 所示。

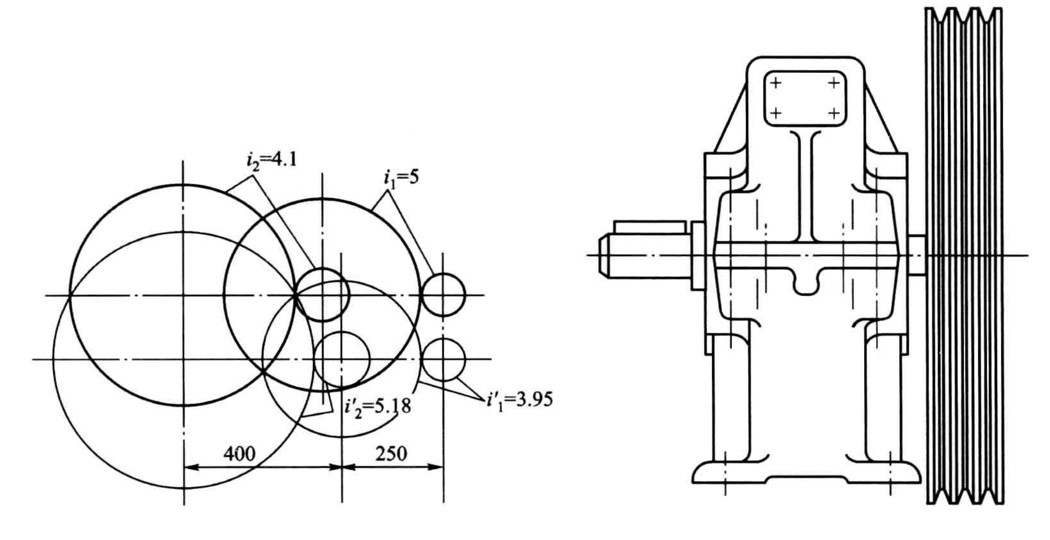


图 2.3　两种传动比分配方案的外廓尺寸比较　　图 2.4　带轮与底座相碰

4）在二级减速器中，高速级和低速级的大齿轮直径应尽量相近，以利于浸油润滑。

一般对于展开式二级圆柱齿轮减速器，推荐高速级传动比取 $i_1 = (1.3 \sim 1.5) i_2$，同轴式减速器则取 $i_1 = i_2$。

传动装置的实际传动比要由选定的齿轮齿数或带轮基准直径准确计算，因而很可能与设定的传动比之间有误差。一般允许工作机实际转速与设定转速之间的相对误差为 $\pm(3 \sim 5)\%$。

四、计算传动装置的运动和动力参数

为进行传动件的设计计算，应首先推算出各轴的转速、功率和转矩。一般按由电动机至工作机之间运动传递的路线推算各轴的运动和动力参数，现以图 2.2 所示的带式运输机传动简图为例来说明。

1. 各轴转速

$$n_{\mathrm{I}} = \frac{n_m}{i_0} \tag{2.8}$$

$$n_{\mathrm{II}} = \frac{n_{\mathrm{I}}}{i_1} = \frac{n_m}{i_0 \cdot i_1} \tag{2.9}$$

$$n_{\mathrm{III}} = \frac{n_{\mathrm{II}}}{i_2} = \frac{n_m}{i_0 \cdot i_1 \cdot i_2} \tag{2.10}$$

式中：n_m 为电动机的满载转速，单位为 r/min；n_{I}、n_{II}、n_{III} 分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ轴（Ⅰ轴为高速轴，Ⅲ轴为低速轴）的转速，单位为 r/min；i_0 为电动机至Ⅰ轴的传动比；i_1 为Ⅰ轴至Ⅱ轴的传动比；i_2 为Ⅱ轴至Ⅲ轴的传动比。

2. 各轴的输入功率

$$P_{\mathrm{I}} = P_d \cdot \eta_{01} \tag{2.11}$$

$$P_{\mathrm{II}} = P_{\mathrm{I}} \cdot \eta_{12} = P_d \cdot \eta_{01} \cdot \eta_{12} \tag{2.12}$$

$$P_{\mathrm{III}} = P_{\mathrm{II}} \cdot \eta_{23} = P_d \cdot \eta_{01} \cdot \eta_{12} \cdot \eta_{23} \tag{2.13}$$

式中：P_d 为电动机的输出功率，单位为 kW；P_{I}、P_{II}、P_{III} 分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ轴的输入功率，单位为 kW；η_{01}、η_{12}、η_{23} 分别为电动机轴与Ⅰ轴、Ⅰ轴与Ⅱ轴、Ⅱ轴与Ⅲ轴间的传动效率。

3. 各轴转矩

$$T_{\mathrm{I}} = T_d \cdot i_0 \cdot \eta_{01} \tag{2.14}$$

$$T_{\mathrm{II}} = T_{\mathrm{I}} \cdot i_1 \cdot \eta_{12} \tag{2.15}$$

$$T_{\mathrm{III}} = T_{\mathrm{II}} \cdot i_2 \cdot \eta_{23} \tag{2.16}$$

式中：T_{I}、T_{II}、T_{III} 分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ轴的输入转矩，单位为 N·m；T_d 为电动机轴的输出转矩，单位为 N·m。

T_d 的计算公式为

$$T_d = 9\ 550 \frac{P_d}{n_m} \tag{2.17}$$

以上计算得到的各轴运动和动力参数以表格形式整理备用。

例 2.2 同例 2.1 的已知条件和计算结果，计算传动装置各轴的运动和动力参数。

解

(1) 各轴转速

由式(2.8)～式(2.10)得

Ⅰ轴 $$n_{\mathrm{I}} = \frac{n_m}{i_0} = \frac{960}{3.14}\text{r/min} = 305.73\ \text{r/min}$$

Ⅱ轴 $$n_{\text{II}}=\frac{n_{\text{I}}}{i_1}=\frac{305.73}{4}\ \text{r/min}=76.4\ \text{r/min}$$

卷筒轴 $$n_{\text{W}}=n_{\text{II}}=76.4\ \text{r/min}$$

(2) 各轴的输入功率

由式(2.11)~(2.13)得

Ⅰ轴 $$P_{\text{I}}=P_{\text{d}}\cdot\eta_{01}=3.61\times0.96\ \text{kW}=3.466\ \text{kW}$$

Ⅱ轴 $$P_{\text{II}}=P_{\text{I}}\cdot\eta_{12}=P_{\text{I}}\cdot\eta_2\cdot\eta_3=3.466\times0.99\times0.97\ \text{kW}=3.33\ \text{kW}$$

卷筒轴 $$P_{\text{W}}=P_{\text{II}}\cdot\eta_{23}=P_{\text{II}}\cdot\eta_2\cdot\eta_4=3.33\times0.99\times0.97\ \text{kW}=3.19\ \text{kW}$$

(3) 各轴的输入转矩

由式(2.17)计算电动机轴的输出转矩 T_{d}

$$T_{\text{d}}=9\ 550\frac{P_{\text{d}}}{n_{\text{m}}}=9\ 550\times\frac{3.61}{960}\text{N}\cdot\text{m}=35.91\ \text{N}\cdot\text{m}$$

由式(2.14)~(2.16)得

Ⅰ轴 $$T_{\text{I}}=T_{\text{d}}\cdot i_0\cdot\eta_{01}=T_{\text{d}}\cdot i_0\cdot\eta_1=35.91\times3.14\times0.96\ \text{N}\cdot\text{m}=108.25\ \text{N}\cdot\text{m}$$

Ⅱ轴 $$T_{\text{II}}=T_{\text{I}}\cdot i_1\cdot\eta_{12}=T_{\text{I}}\cdot i_1\cdot\eta_2\cdot\eta_3=108.25\times4\times0.99\times0.97\ \text{N}\cdot\text{m}=415.81\ \text{N}\cdot\text{m}$$

卷筒轴 $$T_{\text{W}}=T_{\text{II}}\cdot\eta_2\cdot\eta_4=415.82\times0.99\times0.97\ \text{N}\cdot\text{m}=399.31\ \text{N}\cdot\text{m}$$

运动和动力参数的计算结果列于表2.6:

表2.6 运动和动力参数的计算结果

参数 \ 轴名	电动机轴	Ⅰ轴	Ⅱ轴	卷筒轴
转速 n/(r/min)	960	305.73	76.4	76.4
输入功率 P/kW	3.6	3.466	3.33	3.19
输入转矩 T/(N·m)	35.91	108.25	415.81	399.31
传动比 i	3.14		4	1
效率 η	0.96		0.96	0.96

第3章　传动零件的设计计算

在设计减速器的装配图前，必须先计算各级传动件的参数，确定其尺寸，并选好联轴器的类型和规格。为使设计减速器的原始条件比较准确，一般先计算减速器的外传动件，如带传动、链传动和开式齿轮传动等，然后计算减速器内的传动件。

一、选择联轴器的类型和型号

一般在传动装置中有两个联轴器：一个是连接电动机轴与减速器高速轴的联轴器，另一个是连接减速器低速轴与工作机轴的联轴器。前者由于所连接轴的转速较高，为了减小起动载荷、缓和冲击，应选用具有较小转动惯量的弹性联轴器，如弹性柱销联轴器等。后者由于所连接轴的转速较低，传递的转矩较大，减速器与工作机常不在同一底座上而要求有较大的轴线偏移补偿，因此常选用无弹性元件的挠性联轴器，例如十字滑块联轴器等。

对于标准联轴器，主要按传递转矩的大小和转速选择型号，在选择时还应注意联轴器轴孔尺寸必须与轴的直径相适应。

二、设计减速器外传动零件

减速器外传动零件的设计计算方法按主教材所述，下面仅就应注意的问题作简要说明。

1. 带传动

1）应注意带轮尺寸与传动装置外廓尺寸及安装尺寸的关系。例如，装在电动机轴上的小带轮外圆半径应小于电动机的中心高；带轮轴孔的直径、长度应与电动机轴的直径、长度相对应；大带轮的外圆半径不能过大，否则会与机器底座相干涉等。

2）带轮的结构形式主要取决于带轮直径的大小，其具体结构及尺寸可查主教材或设计手册。应注意的是，大带轮轴孔的直径和长度应与减速器输入轴轴伸的尺寸相适应。带轮轮毂的长度 L 与轮缘的宽度可以不相同，一般轮毂长度 L 按轴孔的直径 d 确定，取 $L=(1.5\sim2)d$，而轮缘宽度则取决于传动带的型号和根数。

3）带轮的直径确定后，应验算实际传动比和大带轮的转速，并以此修正减速器的传动比和输入转矩。

2. 链传动

1）应使链轮的直径、轴孔尺寸等与减速器、工作机相适应。应由所选链轮的齿数计算实际传动比，并考虑是否需要修正减速器的传动比。

2）如果选用的单列链尺寸过大，则应改选双列链。画链轮结构图时只需画其轴向齿形图。

3. 开式齿轮传动

1）开式齿轮传动一般布置在低速级，常采用直齿轮。因开式齿轮传动润滑条件差、磨损严重，因此只需计算轮齿的弯曲强度，再将计算所得模数增大 10% ~20% 。

2）应选用耐磨性好的材料作为齿轮材料。选择大齿轮的材料时应考虑其毛坯尺寸和制造方法，例如当齿轮直径超过 500 mm 时，应采用铸造毛坯。

3）由于开式齿轮的支承刚度小，其齿宽系数应取小些。

4）应检查齿轮的尺寸与工作机是否相称，有无碰撞、干涉等现象。应按齿轮的齿数计算实际传动比，并视具体情况修改减速器的传动比。

三、 设计减速器内传动零件

减速器内传动零件的设计计算及结构设计方法均可依据主教材的有关内容进行，这里只讨论应注意的事项。

1）在选用齿轮的材料前，应先估计大齿轮的直径。如果大齿轮直径较大，则多采用铸造毛坯，齿轮材料应选用铸钢或铸铁材料。如果小齿轮的齿根圆直径与轴径接近，齿轮与轴可制成一体，选用的材料应兼顾轴的要求。同一减速器的各级小齿轮（或大齿轮）的材料应尽可能一致，以减少材料的牌号，降低加工的工艺要求。

2）计算齿轮的啮合几何尺寸时应精确到小数点后 2 到 3 位，角度应精确到“″”（秒），而中心距、齿宽和结构尺寸应尽量圆整为整数。斜齿轮传动的中心距应通过改变 β 角（螺旋角）的方法圆整为以 0、5 结尾的整数。

3）传递动力的齿轮，其模数应大于 1.5 ~2 mm。

4）锥齿轮的分度圆锥角 δ_1、δ_2 可由传动比 i 算出，i 值的计算应精确到小数点后 4 位，δ 值的计算应精确到秒（″）。

5）蜗杆传动的中心距应尽量圆整成尾数为 0 或 5 的整数，蜗杆的螺旋线方向应尽量选用右旋，以便于加工。蜗杆传动的啮合几何尺寸也应精确计算。

6）当蜗杆的圆周速度 $v<4\sim5$ m/s 时，一般采用蜗杆下置式；当 $v>4\sim5$ m/s 时，则采用蜗杆上置式。

7）蜗杆的强度和刚度验算以及蜗杆传动的热平衡计算都要在装配草图的设计中进行。

8）各齿轮的参数和几何尺寸的计算结果应及时整理并列表备用。

第 4 章　减速器结构尺寸

图 4.1、图 4.2 所示分别为圆柱齿轮减速器和蜗杆减速器的典型结构。设计减速器的箱体结构时，可参考图 4.1 ~ 图 4.4 及表 4.1 ~ 表 4.5 确定箱体各部分的尺寸。

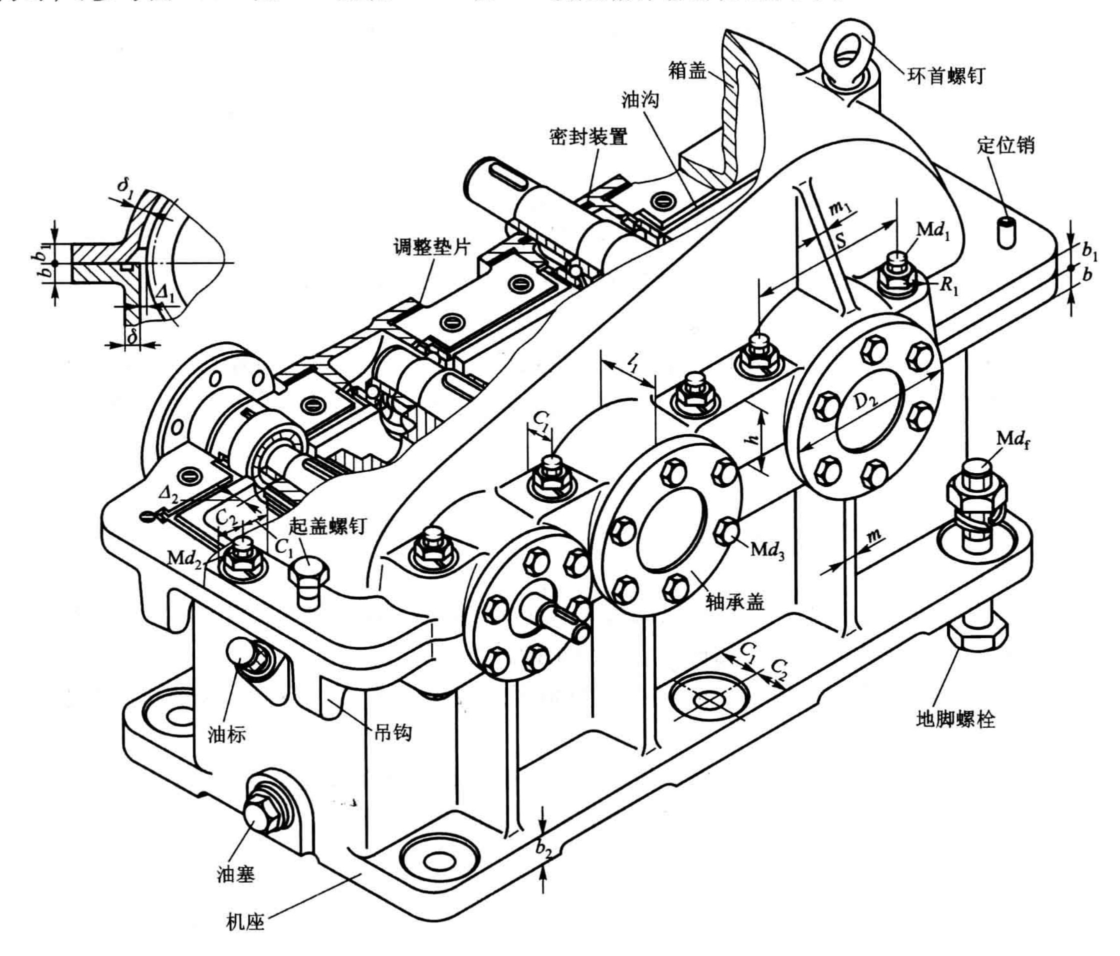


图 4.1　圆柱齿轮减速器

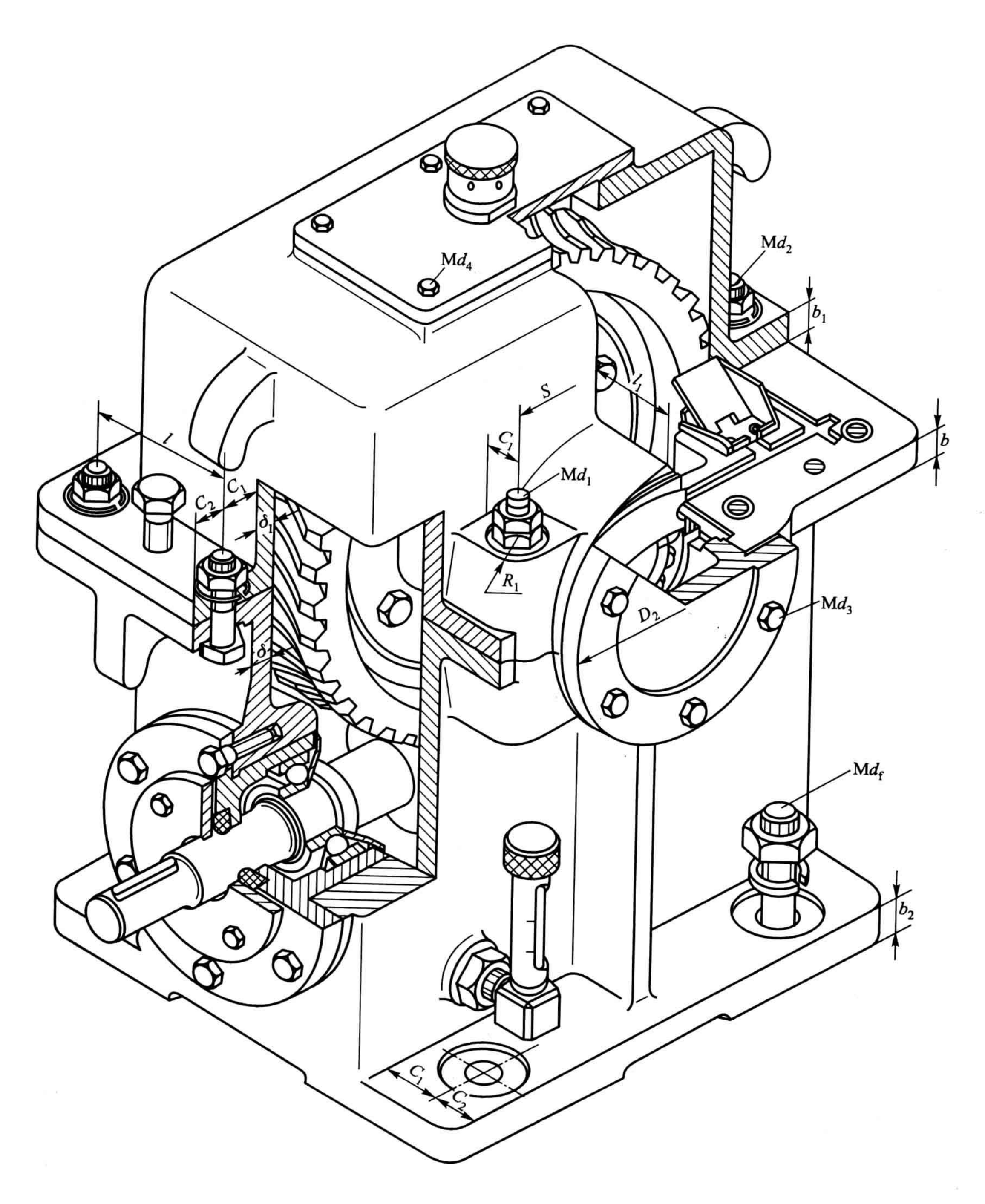


图 4.2 蜗杆减速器

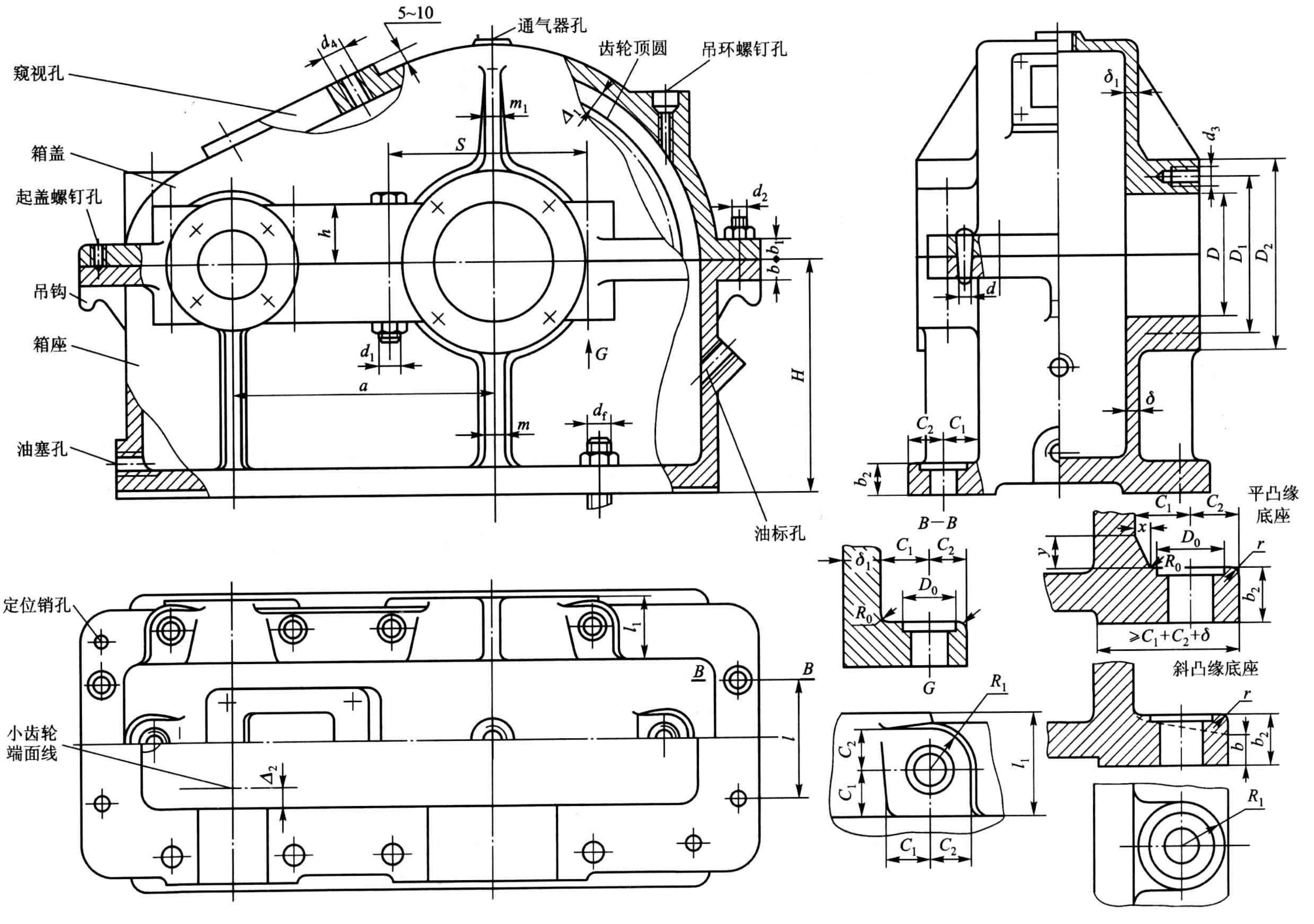


图 4.3　齿轮减速器箱体结构尺寸

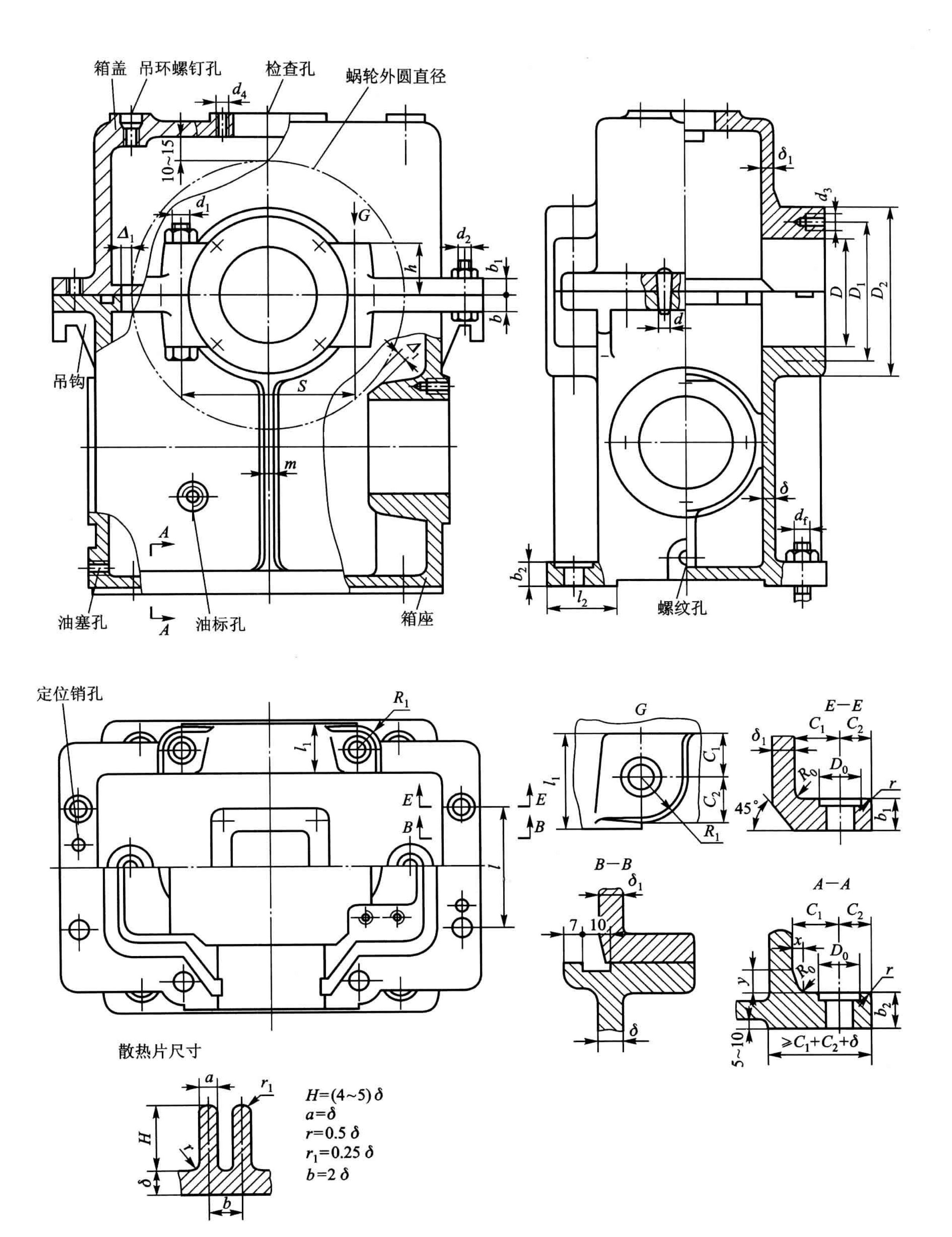


图 4.4 蜗杆减速器箱体结构尺寸

表 4.1 铸铁减速器箱体的主要结构尺寸(图 4.1 ~ 图 4.4)

名称	符号	减速器形式、尺寸关系/mm			
		齿轮减速器		锥齿轮减速器	蜗杆减速器
箱座壁厚	δ	一级	$0.025a+1$ mm $\geqslant 8$ mm	$0.0125(d_{1m}+d_{2m})+1$ mm $\geqslant 8$ mm 或 $0.01(d_1+d_2)+1$ mm $\geqslant 8$ mm d_1、d_2——小、大锥齿轮的大端直径 d_{1m}、d_{2m}——小、大锥齿轮的平均直径	$0.04a+3$ mm $\geqslant 8$ mm
		二级	$0.025a+3$ mm $\geqslant 8$ mm		
		三级	$0.025a+5$ mm $\geqslant 8$ mm		
箱盖壁厚	δ_1	一级	$0.02a+1$ mm $\geqslant 8$ mm	$0.01(d_{1m}+d_{2m})+1$ mm $\geqslant 8$ mm 或 $0.0085(d_1+d_2)+1$ mm $\geqslant 8$ mm	蜗杆在上:$\approx\delta$ 蜗杆在下:$=0.85\delta\geqslant 8$
		二级	$0.02a+3$ mm $\geqslant 8$ mm		
		三级	$0.02a+5$ mm $\geqslant 8$ mm		
箱盖凸缘厚度	b_1	$1.5\delta_1$			
箱座凸缘厚度	b	1.5δ			
箱座底凸缘厚度	b_2	2.5δ			
地脚螺栓直径	d_f	$0.036a+12$ mm		$0.018(d_{1m}+d_{2m})+1$ mm $\geqslant 12$ mm 或 $0.015(d_1+d_2)+1$ mm $\geqslant 12$ mm	$0.036a+12$ mm
地脚螺栓数目	n	$a\leqslant 250$ 时,$n=4$ $a>250\sim500$ 时,$n=6$ $a>500$ 时,$n=8$		$n=\dfrac{\text{底凸缘周长之半}}{200\sim300}\geqslant 4$	
轴承旁连接螺栓直径	d_1	$0.75d_f$			
盖与座连接螺栓直径	d_2	$(0.5\sim0.6)d_f$			
连接螺栓 d_2 的间距	l	150 ~ 200 mm			
轴承端盖螺钉直径	d_3	$(0.4\sim0.5)d_f$			
检查孔盖螺钉直径	d_4	$(0.3\sim0.4)d_f$			
定位销直径	d	$(0.7\sim0.8)d_2$			
d_f、d_1、d_2 至外箱壁距离	C_1	见表 4.2			

续表

名称	符号	减速器形式、尺寸关系/mm		
		齿轮减速器	锥齿轮减速器	蜗杆减速器
d_f、d_2至凸缘边缘距离	C_2	见表4.2		
轴承旁凸台半径	R_1	C_2		
凸台高度	h	根据低速级轴承座外径确定，以便于扳手操作为准		
外箱壁至轴承座端面的距离	l_1	$C_1 + C_2 + (5 \sim 10)$ mm		
齿轮顶圆（蜗轮外圆）与内箱壁间的距离	Δ_1	$> 1.2\delta$		
齿轮（锥齿轮或蜗轮轮毂）端面与内箱壁间的距离	Δ_2	$> \delta$		
箱盖、箱底肋厚	m_1、m	$m_1 \approx 0.85\delta_1$；$m \approx 0.85\delta$		
轴承端盖外径	D_2	$D + (5 \sim 5.5)d_3$，D——轴承外径（嵌入式轴承盖尺寸见表4.5）		
轴承旁连接螺栓距离	S	尽量靠近，以M d_1和M d_3互不干涉为准，一般取$S = D_2$		

注：多级传动时，a取低速级中心距。对圆锥－圆柱齿轮减速器，按圆柱齿轮传动中心距取值。

表4.2　凸台及凸缘的结构尺寸（图4.3、图4.4）　　mm

螺栓直径	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
$C_{1\min}$	12	14	16	18	20	22	24	26	30	34	38	40
$C_{2\min}$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	32	35
D_0	13	18	22	26	30	33	36	40	43	48	53	61
$R_{0\max}$	5					8				10		
$r_{\max}$	3						5			8		

表 4.3　起重吊耳和吊钩

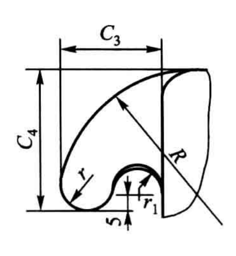
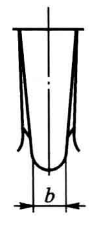
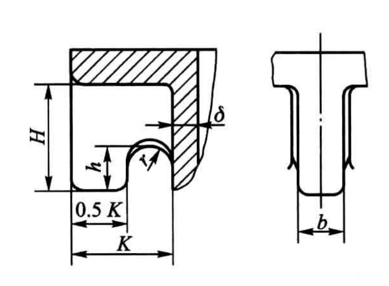
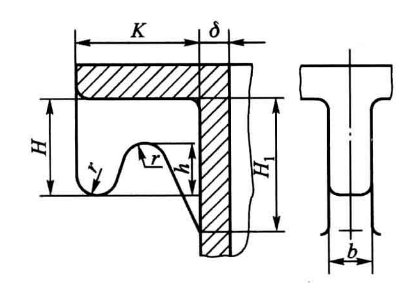
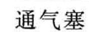
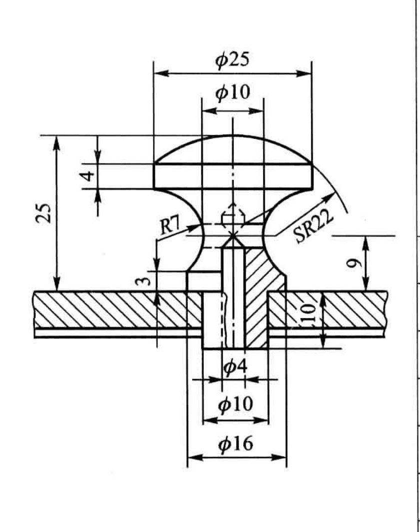
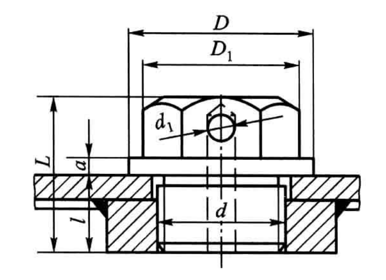
 	吊耳(在箱盖上铸出) $C_3=(4\sim5)\delta_1$ $C_4=(1.3\sim1.5)C_3$ $b=(1.8\sim2.5)\delta_1$ $R=C_4$;$r_1\approx0.2C_3$;$r\approx0.25C_3$ δ_1——箱盖壁厚
	吊耳环(在箱盖上铸出) $d=b\approx(1.8\sim2.5)\delta_1$ $R\approx(1\sim1.2)d$ $e\approx(0.8\sim1)d$
	吊钩(在箱座上铸出) $K=C_1+C_2$(表 4.2) $H\approx0.8K$ $h\approx0.5H$ $r\approx0.25K$ $b\approx(1.8\sim2.5)\delta$
	吊钩(在箱座上铸出) $K=C_1+C_2$(表 4.2) $H\approx0.8K$ $h\approx0.5H$ $r\approx K/6$ $b\approx(1.8\sim2.5)\delta$ H_1 按结构确定

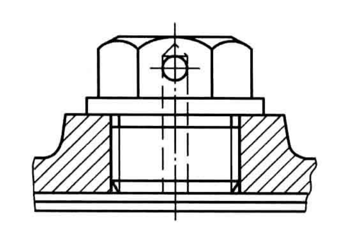
表 4.4　通气器的结构形式和尺寸　　mm

提手式通气器	通气塞





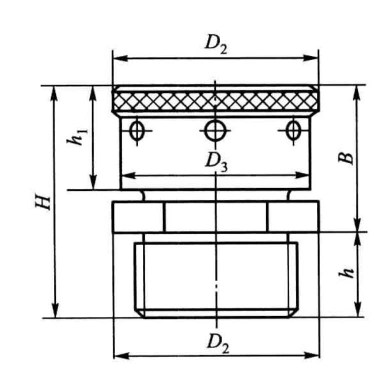


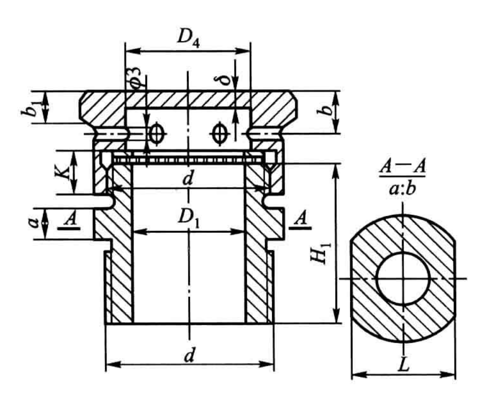


S——螺母扳手宽度

d	D	D_1	S	L	l	a	d_1
M12 × 1. 25	18	16. 5	14	19	10	2	4
M16 × 1. 5	22	19. 6	17	23	12	2	5
M20 × 1. 5	30	25. 4	22	28	15	4	6
M22 × 1. 5	32	25. 4	22	29	15	4	7
M27 × 1. 5	38	31. 2	27	34	18	4	8
M30 × 2	42	36. 9	32	36	18	4	8
M33 × 2	45	36. 9	32	38	20	4	8
M36 × 3	50	41. 6	36	46	25	5	8

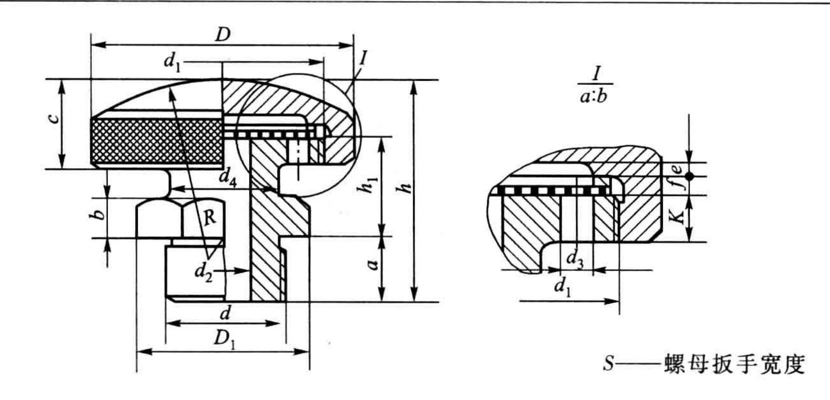
通气帽





D	D_1	B	h	H	D_2	H_1	a	δ	K	b	h_1	b_1	D_3	D_4	L	孔数
M27 × 1. 5	15	≈30	15	≈45	36	32	6	4	10	8	22	6	32	18	32	6
M36 × 3	20	≈40	20	≈60	48	42	8	4	12	11	29	8	42	24	41	6
M48 × 3	30	≈45	25	≈70	62	52	10	5	15	13	32	10	56	36	55	8

通气罩

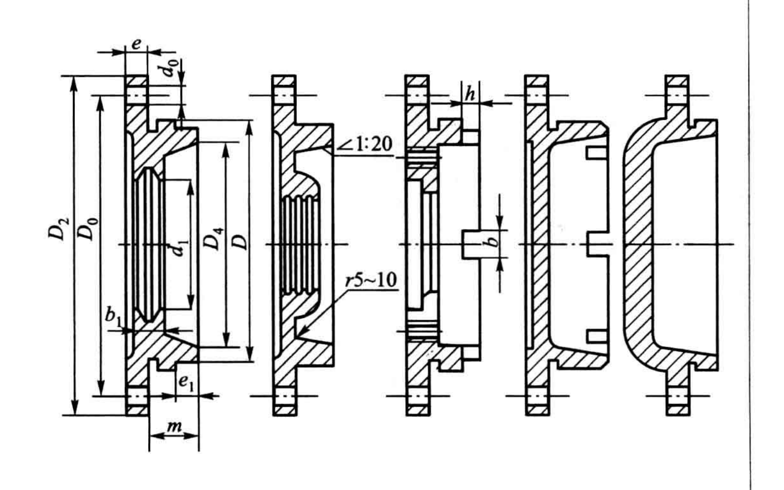


S——螺母扳手宽度

d	d_1	d_2	d_3	d_4	D	h	a	b	c	h_1	R	D_1	S	K	e	f
M18 × 1.5	M33 × 1.5	8	3	16	40	40	12	7	16	18	40	25.4	22	6	2	2
M27 × 1.5	M48 × 1.5	12	4.5	24	60	54	15	10	22	24	60	36.9	32	7	2	2
M36 × 1.5	M64 × 1.5	16	6	30	80	70	20	13	28	32	80	53.1	41	10	3	3

表 4.5　减压器轴承端盖与轴承套杯结构尺寸　mm

螺钉连接外装式轴承盖



$d_0 = d_3 + 1$ mm

$D_0 = D + 2.5d_3$

$D_2 = D_0 + 2.5d_3$

$e = 1.2d_3$

$e_1 \geqslant e$

m 由结构确定。

$D_4 = D - (10 \sim 15)$ mm

d_1、b_1 由密封尺寸确定。

$b = 5 \sim 10$ mm，$h = (0.8 \sim 1)b$

续表

嵌入式轴承盖

$e_2 = 5 \sim 8$ mm

$S = 10 \sim 15$ mm

m 由结构确定。

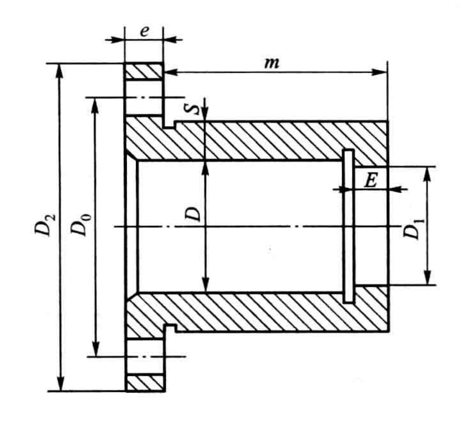
$D_3 = D + e_2$，装有 O 形圈的，按 O 形圈外径取。

d_1、b_1、a 由密封尺寸确定。

沟槽尺寸（GB/T 3452.3—2005）

O 形圈截面直径 d_2	$B^{+0.25}_{0}$	$H^{+0.10}_{0}$	d_3 偏差值
2.65	3.6	2.07	0 −0.05
3.55	4.8	2.74	0 −0.06
5.3	7.1	4.19	0 −0.07

轴承套杯



$S = 7 \sim 12$ mm

$E \approx e \approx S$

$D_0 = D + 2S + 2.5d_3$

$D_2 = D_0 + 2.5d_3$

m 由结构确定。

D_0 由轴承安装尺寸确定。

D——轴承外径

注：材料为 HT150。

第5章　装配工作图的设计和绘制

装配工作图表达了机器总体结构的设计构思、部件的工作原理和装配关系，也表达出各零件间的相互位置、尺寸及结构形状。它是绘制零件图，进行部件装配、调试及维护的技术依据。设计装配工作图时要综合考虑工作要求、材料、强度、刚度、磨损、加工、装拆、调整、润滑和维护等多方面因素，而且在视图表达上要力求清楚。

装配工作图的设计既包括结构设计又包括校核计算，设计过程比较复杂，常常需要边绘图、边计算、边修改。因此，为保证设计质量，初次设计时，应先绘制草图。一般先用细线绘制装配草图（或在草图纸上绘制草图），经过设计过程中的不断修改，待全部完成并经检查、审查后再加深（或重新绘制正式装配图）。

减速器的装配工作图可按以下步骤进行设计：

1）装配工作图设计的准备。

2）绘制装配草图。画出传动件及箱体内壁线的位置，进行轴的结构设计，计算轴的强度和轴承的寿命。

3）进行传动件的结构设计、轴承端盖的结构设计，选择轴承的润滑及密封方式。

4）设计减速器的箱体和附件。

5）检查装配草图。

6）完成装配图（对学生要求是：在完成草图基础之上，重新绘制正式装配图）。

一、装配图设计的准备阶段

在画装配图之前，应通过翻阅资料、装拆减速器、看录像等，搞清楚减速器各零部件的作用、类型和结构。还要注意减速器的以下几项技术数据：

1）电动机型号，电动机输出轴的轴径、轴伸长度，电动机的中心高；

2）联轴器的型号、孔径范围、孔宽和装拆尺寸要求；

3）传动零件的中心距、分度圆直径、齿顶圆直径以及轮齿的宽度；

4）滚动轴承的类型；

5）箱体的结构方案（剖分式或整体式）；

6）所推荐箱体结构的有关尺寸。

画装配图时，应选好比例，布置好图面位置。画草图的比例应与正式图的比例相同，并优先选用1:1的比例，以便于绘图并有真实感。一般装配图的三视图、预留明细栏和技术要求等的位置如图5.1所示。

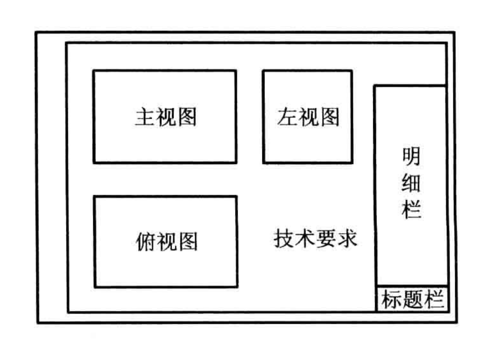


图5.1　装配图的布置

二、 装配图设计的第一阶段

这一阶段主要进行轴的结构设计，确定轴承的型号和位置，找出轴承支点和轴组件上作用力的作用点，从而对轴和轴承进行验算。

画图时由箱内的传动件画起，由内向外画，内外兼顾。三视图中以俯视图为主，兼顾主视图。

1. 确定各传动件的轮廓及其相对位置

首先画箱内传动件的中心线、齿顶圆（或蜗轮外圆）、节圆、齿根圆、轮缘及轮毂宽等轮廓尺寸。

要注意各零件间的相互位置和间隙。如设计二级齿轮减速器时，应注意一轴上齿轮的齿顶不能与另一轴表面相碰，而两级齿轮端面的间距 c 要大于 $2m$（m 为齿轮模数），并大于 8 mm，如图 5.2 所示。

2. 箱体内壁位置的确定

箱体内壁与传动件间应留有一定的间距，如齿轮的齿顶圆至箱体内壁间应留有间隙 Δ_1，齿轮端面至箱体内壁间应留有间隙 Δ_2（图 5.2），Δ_1、Δ_2 的值见表 4.1。

设计减速器结构时，必须全面考虑箱体内传动件的尺寸和箱体各部位的结构关系。例如，设计某些圆柱齿轮减速器高速级小齿轮处的箱体形状和尺寸时，要考虑到轴承处上下箱连接螺栓的布置和凸台的高度和尺寸，由此确定箱体内外壁的位置。可同时画两个视图，注意各部位结构尺寸的投影关系。

对于锥齿轮减速器，由于锥齿轮的轮毂宽度常大于齿轮的宽度，为避免干涉，应使箱体内壁与轮毂端面之间的间距 $\Delta_3=(0.3\sim0.6)\delta$，$\Delta_2=\Delta_3$（图 5.3），$\delta$ 为箱座壁厚。

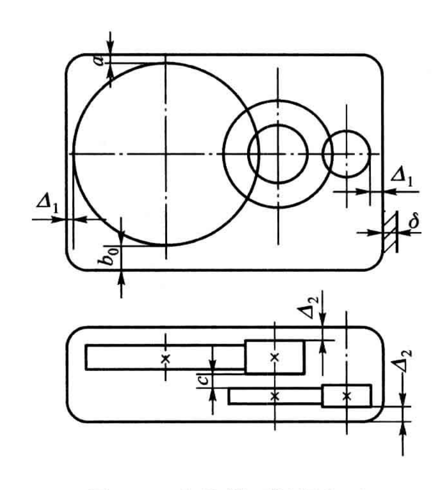


图 5.2 齿轮端面间距（一）

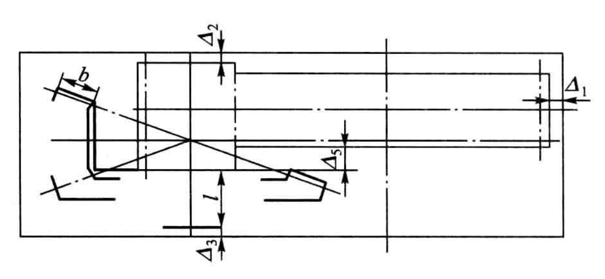
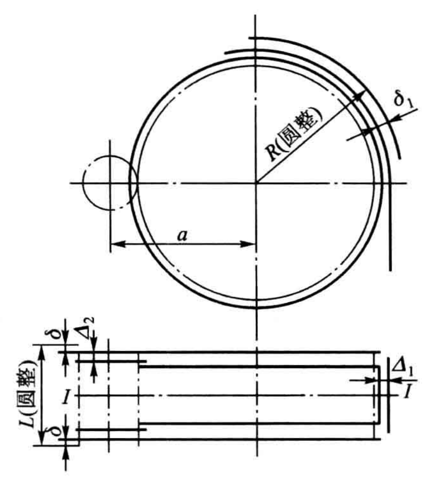


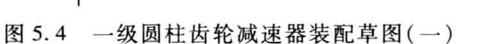
图 5.3 齿轮端面间距（二）

由于蜗杆减速器箱体内壁之间的距离由蜗杆轴组件的结构尺寸确定，所以其箱体内壁与蜗轮轮毂的端面之间一般离得较远。

图 5.4 及图 5.5 所示分别为这一阶段所绘制的一级圆柱齿轮减速器及蜗杆减速器的装置草图。

3. 轴承座端面位置的确定




图 5.4　一级圆柱齿轮减速器装配草图(一)

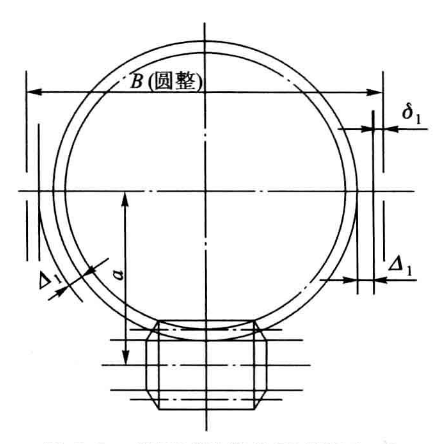


图 5.5　蜗杆减速器装配草图(一)

为了增加轴承的刚性,轴承旁的螺栓应尽量靠近轴承。

轴承座端面的位置由箱体的结构确定。当采用剖分式箱体时,轴承座的宽度 L 由轴承盖、箱座连接螺栓的大小确定,即由考虑螺栓扳手空间后的 C_1 和 C_2 确定,如图 5.6 所示。一般要求轴承座的宽度 $L \geqslant \delta + C_1 + C_2 + (5 \sim 10)$ mm,其中 C_1、C_2 可由表 4.2 查出,δ 为箱体壁厚,$(5 \sim 10)$ mm 为轴承座端面凸出箱体外表面的尺寸,以便于进行轴承座端面的加工。两轴承座端面间的距离应进行圆整。

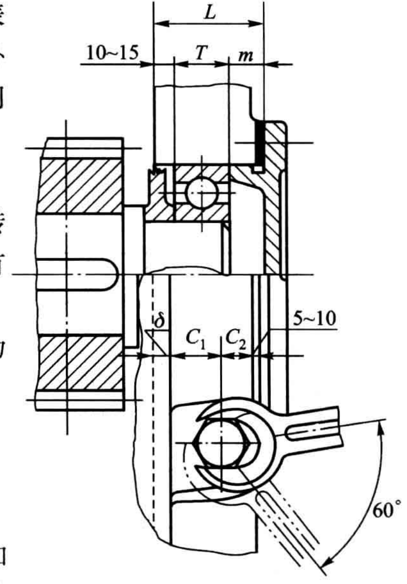


图 5.6　轴承座端面位置的确定

4. 初步计算轴径

按纯扭矩受力状态初步估算轴径,计算时应降低许用扭转切应力来确定轴端最小直径 $d_{\min}$。具体计算方法参见主教材有关章节。

若轴上开有键槽,计算出的轴径应增大 5%,并尽量圆整为标准值。若轴与联轴器连接,则轴径应与联轴器孔径一致。

5. 轴的结构设计

确定各轴段的长度和直径。

(1) 确定轴的径向尺寸

确定轴的径向尺寸时,应考虑轴上零件的定位和固定、加工工艺和装拆等的要求。一般常把轴制成中部大两端小的阶梯形结构,其径向尺寸的变化应考虑以下因素(图 5.7)。

1) 定位轴肩的尺寸　如图 5.7 中直径 d_3 和 d_4、d_7 和 d_8 的变化处,轴肩高度 h 应比零件孔的倒角 C 或圆角半径 r 大 2 ~ 3 mm,轴肩的圆角半径 r 应小于零件孔的倒角 C 或圆角半径 r'。装滚动轴承的定位轴肩尺寸应查轴承标准中的有关安装尺寸。

2) 非定位轴肩的尺寸　如图 5.7 中直径 d_5 和 d_6、d_6 和 d_7 的变化处,其直径变化量较小,一般可取为 0.5 ~ 3 mm。

3）有配合处的轴径　为便于装配及减小应力集中，有配合的轴段直径变化处常做成引导锥，如图 5.7 中的Ⅲ所示。

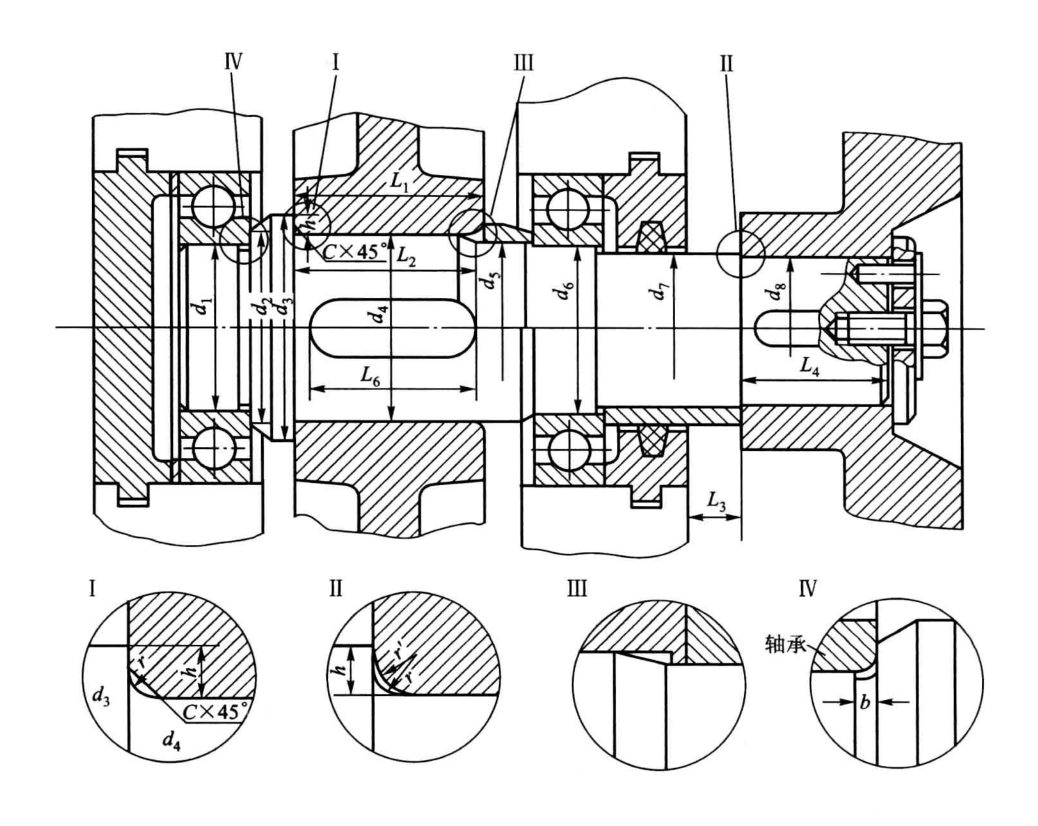


图 5.7　轴的结构设计

4）轴颈尺寸　初选滚动轴承的类型及尺寸，则与之相配合的轴颈尺寸即被确定下来。同一轴上要尽量选择同一型号的轴承。

5）加工工艺要求　当轴段需磨削时，应在相应轴段留出砂轮越程槽（附表 1.6）；当轴段需切制螺纹时，应留出螺纹退刀槽（附表 1.4 和附表 1.5）。

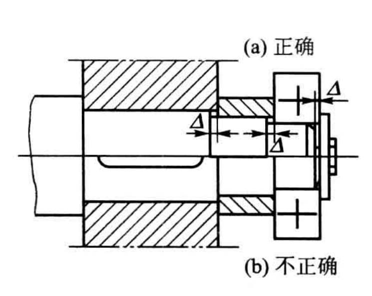
6）与轴上零件相配合的轴段直径应尽量取标准直径系列值。

（2）确定轴的轴向尺寸

轴的轴向尺寸决定了轴上零件的轴向位置，确定轴向尺寸时应考虑以下几点：

1）保证传动件在轴上固定可靠　为使传动件在轴上的固定可靠，应使轮毂的宽度大于与之配合轴段的长度，以使其他零件顶住轮毂，而不是顶在轴肩上，如图 5.8a 所示。一般取轮毂宽度与轴段长度之差 $\Delta=1\sim2$ mm。图 5.8b 所示为错误结构，当制造有误差时，这种结构不能保证零件的轴向固定及定位。

当周向连接用平键时，键应较配合长度稍短，并应布置在向装入传动件一侧，以便于装配，如图 5.9 所示。



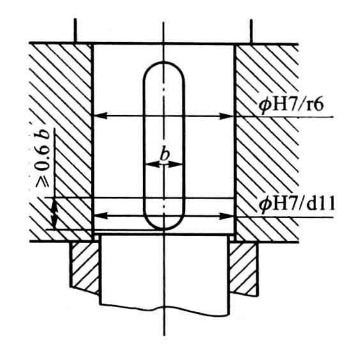
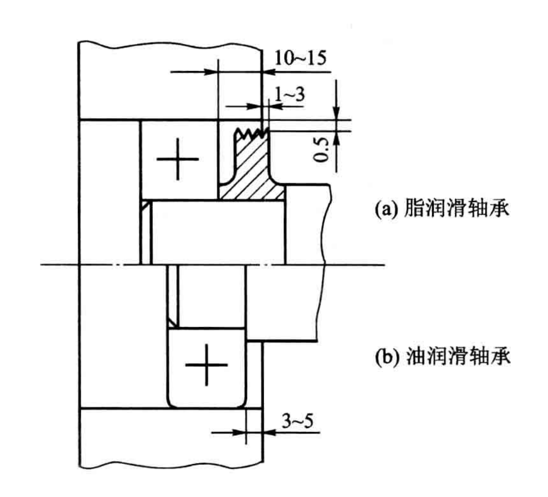


图 5.8　轴段长度与零件定位要求　　　　图 5.9　轴段配合长度与零件定位要求

2）轴承的位置应适当　轴承的内侧至箱体内壁应留有一定的间距，其大小取决于轴承的润滑方式。采用脂润滑时所留间距较大，以便放挡油环，防止润滑油溅入而带走润滑脂，如图5.10a 所示；若采用油润滑，一般所留间距为 3 ~5 mm 即可，如图 5.10b 所示。



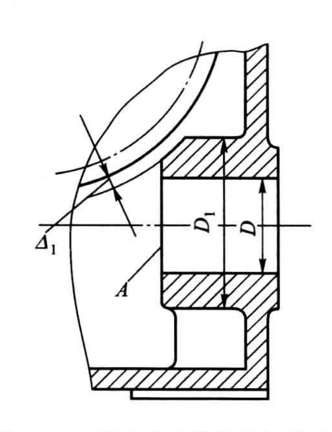


图 5.10　轴承在箱体中的位置　　　　图 5.11　蜗杆减速器的蜗杆轴承座

为了提高轴的强度和刚度，应尽量缩短轴承与传动件间的距离。如图 5.11 所示，设计蜗杆轴组件结构时，应缩小轴上支点的跨距，蜗杆轴承座通常伸到箱体的内部以提高蜗杆的刚度。还要注意蜗杆轴承座与蜗轮外圆应保持间距 Δ_1，轴承座外圆应倒角。如图 5.12 所示，设计锥齿轮轴组件结构时，小锥齿轮往往为悬伸布置，为使轴的刚度较好，一般取两轴承支点跨距 $l_1 = (2 \sim 3) l_2$，且 l_1 不宜太小。

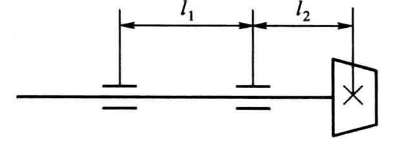


图 5.12　小锥齿轮轴组件的支点跨距

3）应便于零件的装拆　当轴上零件彼此靠得很近时，如图 5.13a 所示的 C 很小时，不利于零件的拆卸，需要适当增加有关轴段的轴向尺寸。如图 5.13b 所示，将轴段长度 l 增加到 l'。

轴伸出箱体外的长度与箱外零件及固定端盖螺钉的装拆有关。如果轴伸出箱体外的长度过小，端盖螺钉和箱外传动件的装拆均不方便。如图 5.14 所示，轴承端盖至箱外传动件间的距离 L'应大于 15 ~20 mm。

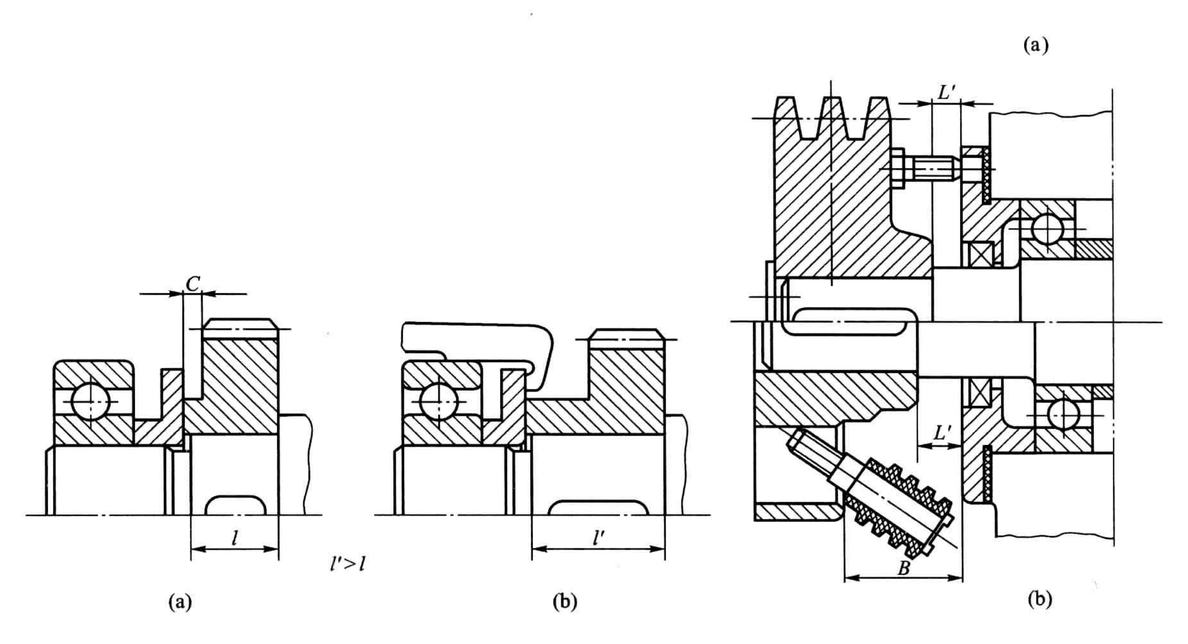


图 5.13 轴上零件的设置应利于装拆

图 5.14 轴上外装零件与端盖间距离

图 5.15、图 5.16 所示为装配图设计第一阶段的装配草图，主要绘制轴的结构，为轴、轴承的校核准备数据。

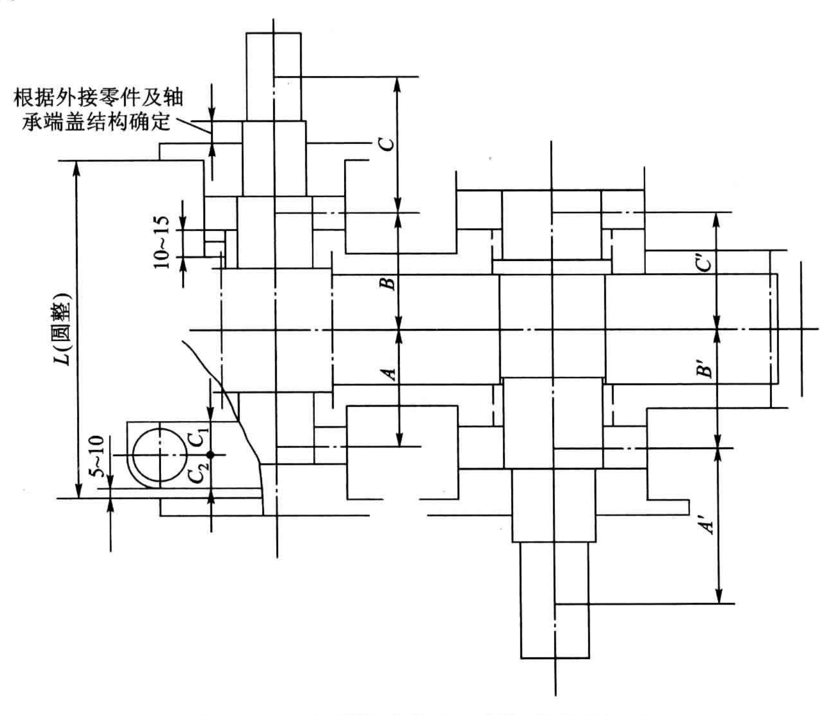


图 5.15 一级圆柱齿轮减速器装配草图(二)

6. 校核轴、轴承和键

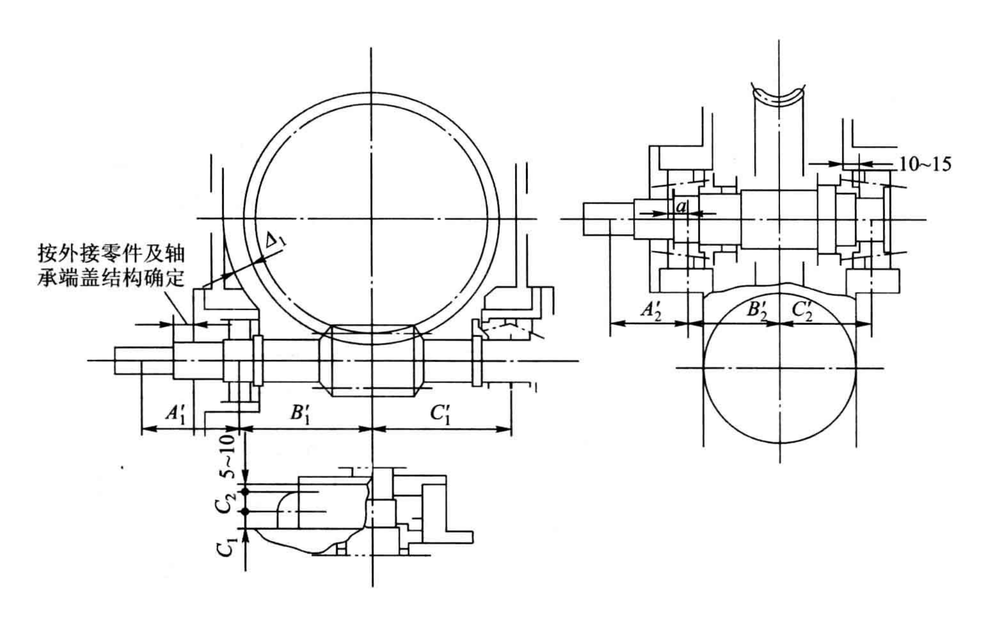


图 5.16　蜗杆减速器装配草图(二)

轴上力的作用点及支点跨距可从装配草图上确定。传动件力作用线的位置可取在轮缘宽度中部,滚动轴承支反力作用点可近似认为在轴承宽度的中部。

力的作用点及支点跨距确定后,便可求出轴所受的弯矩和扭矩。选定 1 至 2 个危险截面,按弯扭合成的受力状态对轴进行强度校核,如果强度不够或强度裕度过大则需修改轴的尺寸。

对滚动轴承应进行寿命计算。轴承寿命可按减速器的使用寿命或检修期计算,如不满足使用寿命要求,则需改变轴承的型号后再进行计算。

对键连接也应进行强度校核。

三、 装配图设计的第二阶段

这一阶段的主要工作是进行传动零件的结构设计和轴承组合设计。

1. 传动零件的结构设计

传动零件的结构设计主要是指齿轮、蜗杆、蜗轮等零件的结构设计。传动零件的结构与所选材料、毛坯尺寸及制造方法等有关。关于具体的结构设计将在第 6 章讨论。

2. 轴承组合设计

轴承组合设计主要是正确地解决轴承的轴向位置固定、轴组件的轴向固定、轴承的调整和装拆等。从绘制装配图的角度来重点讨论轴承端盖结构、轴组件的轴向固定和调整等。

(1) 轴承端盖结构

轴承端盖是用来固定轴承的位置、调整轴承间隙并承受轴向力的,轴承端盖的结构形式有凸缘式(图 5.17)和嵌入式(图 5.18)两种。

凸缘式轴承端盖的密封性能好,调整轴承间隙方便,因此使用较多。这种端盖大多采用铸铁件,设计制造时要考虑铸造工艺性,尽量使整个端盖的厚度均匀。当端盖较宽时,为减少加工量,可对端部进行加工,使其直径 $D' < D$,但端盖与箱体的配合段必须保留有足够的长度 l,否则拧紧

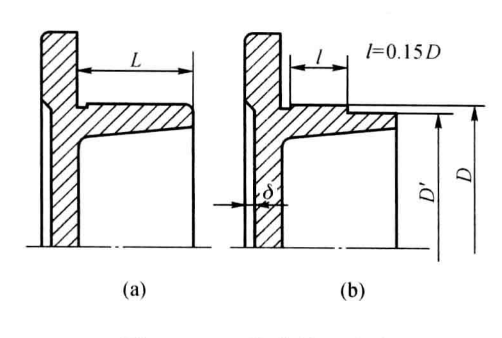


图 5.17　凸缘式轴承端盖

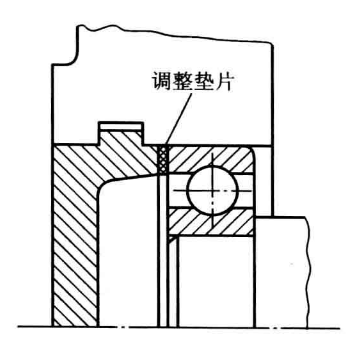


图 5.18　嵌入式轴承端盖

螺钉时容易使端盖歪斜，一般取 $l=(0.1\sim0.15)D$，如图 5.17b 所示。

嵌入式轴承端盖结构简单、密封性能差（一般在端盖与机体间放置 O 形密封圈，如图 5.19a 所示），调整间隙不方便，只适用于深沟球轴承（不用调整间隙）。如用于角接触轴承，应增加调整螺钉，如图 5.19b 所示。

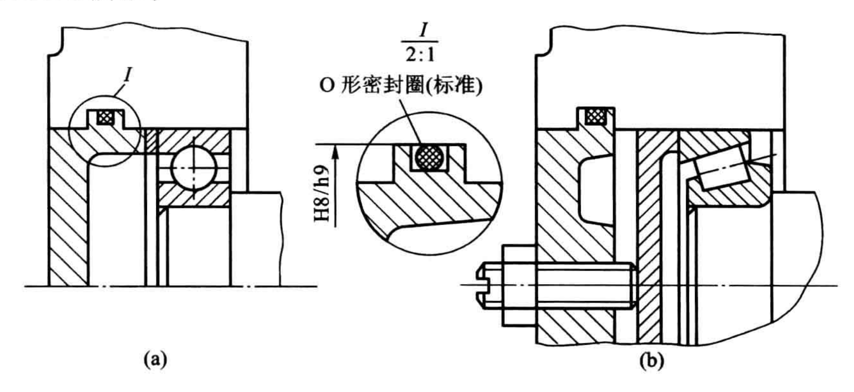


图 5.19　嵌入式端盖的密封及轴承间隙调整

轴承端盖各部分尺寸见表 4.5。

（2）轴组件的轴向固定和调整

1）两端固定　这种固定方式在轴承支点跨距小于 300 mm 的减速器中用得最多，如图 5.20

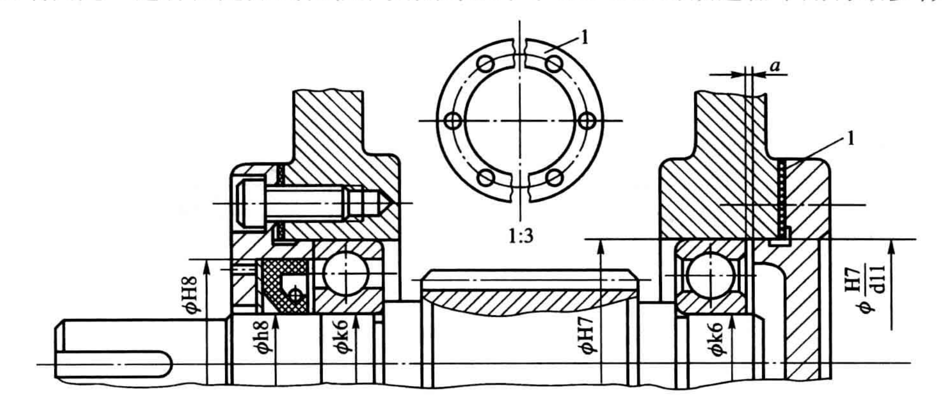


图 5.20　两端固定轴组件结构

所示。在轴承盖与轴承间应留有适量的间隙 a,一般取 $a\approx0.25\sim0.4$ mm,间隙量是靠调整垫片 1 来控制的。

对于角接触向心轴承,可通过调整轴承外圈的轴向位置得到适当的轴承游隙,如图 5.21 所示。

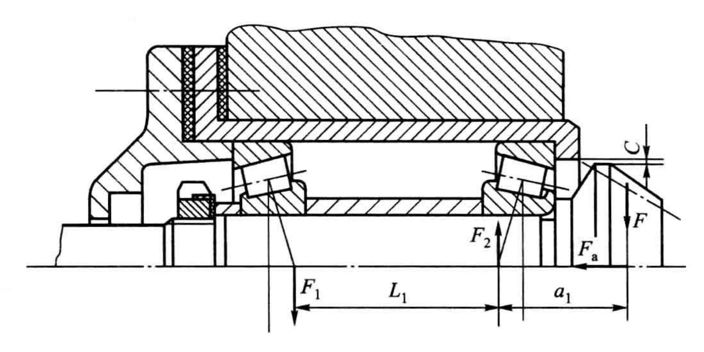


图 5.21　采用角接触向心轴承轴组件的两端固定结构

2）一端固定、一端游动　当轴上两轴承支点跨距大于 300 mm 时,采用一端固定、一端游动的支承结构。图 5.22 所示为蜗杆轴组件结构图,固定端轴承组合的内外圈两侧均被固定,以承受双向轴向力。当固定端采用一对角接触轴承、游动端采用深沟球轴承时,内圈需双向固定,外圈不固定,如图 5.22a 所示;当游动端采用圆柱滚子轴承时,内、外圈两侧均需固定,滚子相对于外圈游动,如图 5.22b 所示。

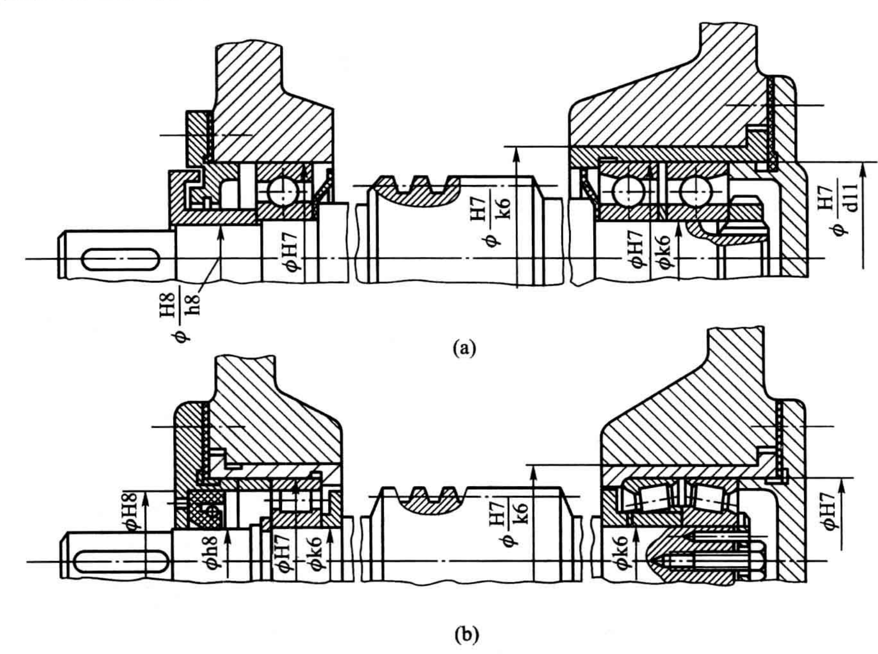


图 5.22　蜗杆轴组件的轴承结构

3. 滚动轴承的润滑与密封

（1）脂润滑

当浸油齿轮圆周速度小于 2 m/s 或 $dn \leqslant 2 \times 10^5$ mm · r/min（d 为轴承内径，n 为转速）时，宜采用脂润滑。为防止箱体内的油浸入轴承与润滑脂混合，防止润滑脂流失，应在箱体内侧装挡油环 1，如图 5.23 所示。润滑脂的装填量不应超过轴承空间的 1/3 ~ 1/2。

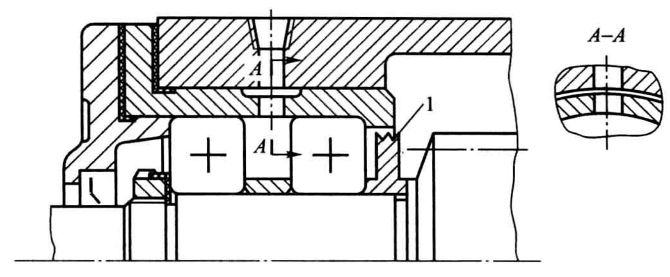


图 5.23　脂润滑轴承的注油孔与挡油环

（2）油润滑

当浸油齿轮的圆周速度大于 2 m/s 或 $dn > 2 \times 10^5$ mm · r/min 时，宜采用油润滑。油润滑通常有以下几种方式：

1）飞溅润滑　传动件的转动带起润滑油直接溅入轴承内，或先溅到箱壁上，顺着内壁流入箱体的油沟中，再沿油沟流入轴承内，油沟的具体结构如图 5.41 所示。此时端盖端部必须开槽，并将端盖端部的直径取小些，以免油路堵塞，如图 5.24 所示。

当传动件直径较小，或者传动件是斜齿轮或蜗杆（斜齿轮具有沿齿轮轴向排油的作用）时，会使过多的润滑油冲向轴承而增加轴承的阻力，这种情况下应在轴承前装置挡油板，如图 5.25 所示。

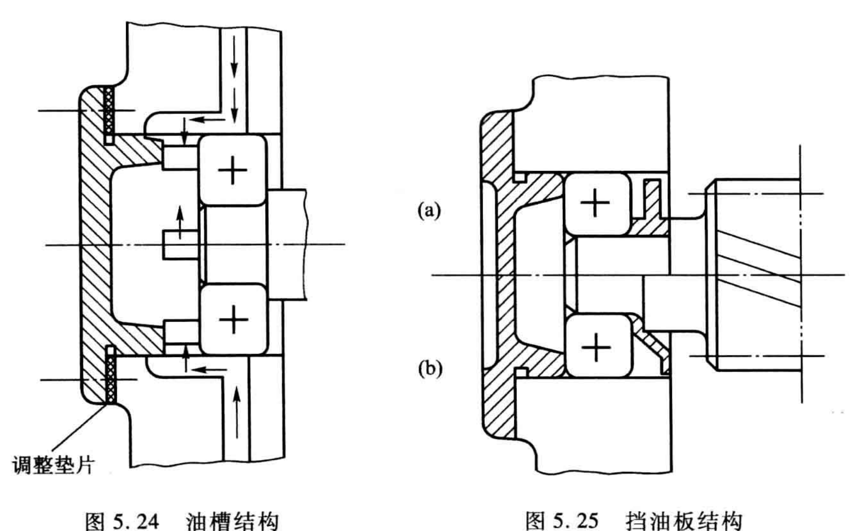


图 5.24　油槽结构　　　图 5.25　挡油板结构

2）浸油润滑　将轴承直接浸入箱内油中进行润滑。这种润滑方式常用于下置式蜗杆减速器中蜗杆轴承的润滑，油面高度不应超过轴承最低滚动体的中心，以免加大搅油损失。若传动件直径小于轴承滚动体中心分布圆直径时，可在轴上装设溅油轮并使其浸入油中，传动件不接触油面而靠溅油润滑，轴承仍为浸油润滑，如图 5.26 所示。

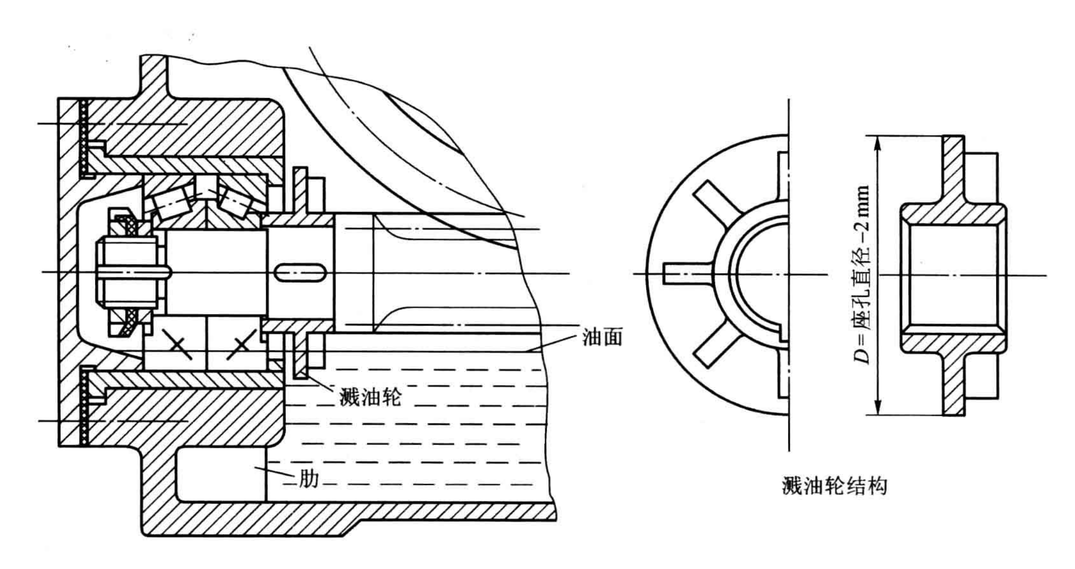


图 5.26　利用溅油轮进行润滑

3）刮油润滑　当传动件圆周速度很低（$v<2$ m/s）时，可利用装在箱体内的刮油板刮油润滑轴承，刮油板和传动件之间应留 0.1～0.5 mm 的间隙，如图 5.27 所示。

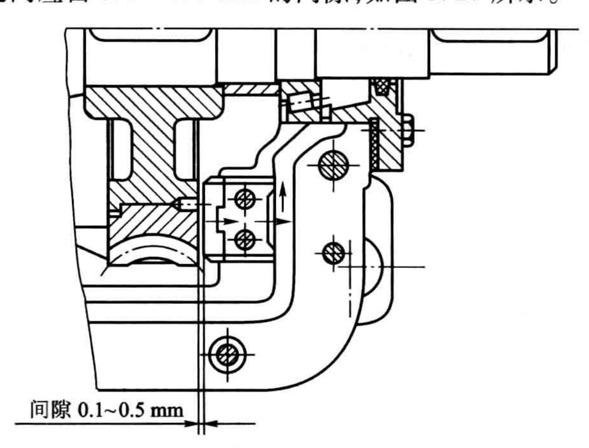


图 5.27　刮油板刮油润滑

（3）密封

轴伸端密封方式有接触式和非接触式两种。橡胶油封是接触式密封中的一种，密封效果较好。橡胶油封中常用的密封件有 V 形橡胶油封、U 形橡胶油封、Y 形橡胶油封、L 形橡胶油封和 J 形橡胶油封等几种。其中较为常用的是 J 形橡胶油封，可用于脂润滑和油润滑的轴承中。安装时应注意油封的安装方向，当以防漏油为主时，油封的唇边对着箱内（图 5.28a）；当以防外界灰尘、杂质为主时，唇边对着箱外（图 5.28b）；当两油封相背放置时（图 5.28c），防漏防尘效果都好。为使油封安装方便，轴上可做出斜角（图5.28a）。

毡圈密封是接触式密封中寿命较低、密封效果相对较差的一种，但其结构简单、价格低廉，适用于脂润滑轴承中，如图 5.29 所示。毡圈的剖面为矩形，工作时将毡圈嵌入剖面为梯形的环形槽中并压紧在轴上，以获得密封效果。毡圈密封的接触面易磨损，一般用于圆周速度小于

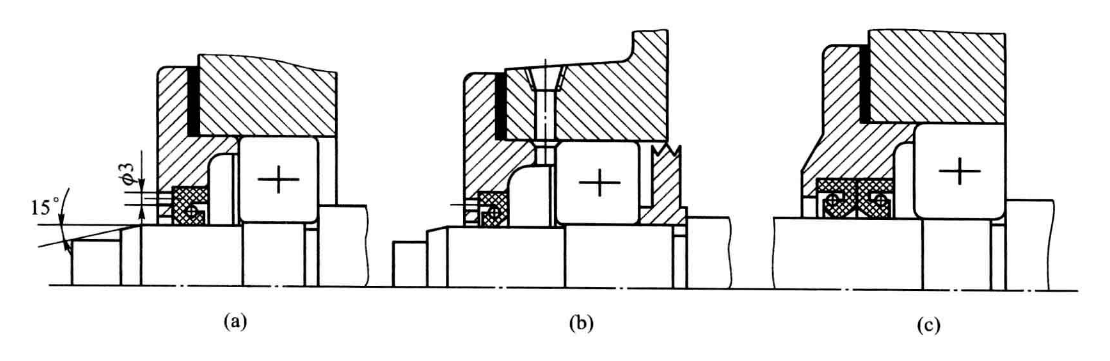


图 5.28　J 形橡胶油封的安装方向

4 ~ 5 m/s的场合。

为避免磨损可采用非接触式密封，隙缝密封是其中常用的一种，如图 5.30 所示。它是利用充满润滑脂的环形间隙来达到密封效果的。隙缝密封结构简单、成本低，但不够可靠，适用于脂润滑的轴承中。

若要求更高的密封性能，可采用迷宫式密封。采用迷宫式密封的转动件和固定件之间存在着曲折的轴向间隙和径向间隙，利用其间充满的润滑脂来达到密封效果，可用于脂润滑和油润滑，如图 5.31 所示。迷宫式密封的结构复杂，制造和装配要求较高。

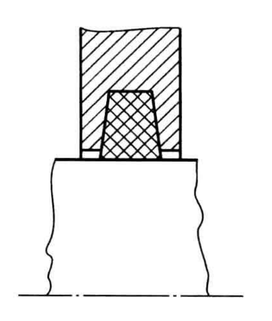


图 5.29　毡圈密封

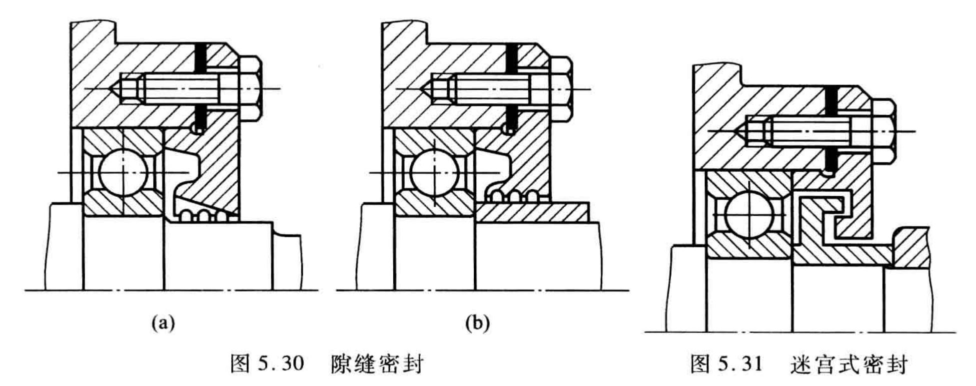


图 5.30　隙缝密封　　　　图 5.31　迷宫式密封

选择密封方式时要考虑轴的圆周速度、润滑剂种类、环境条件和工作温度等，表 5.1 列出了几种密封装置适用的条件。

表 5.1　几种密封装置的适用条件

密封方式	毡圈密封	橡胶油封	油沟密封	迷宫式密封
适用的轴表面圆周速度/(m/s)	<3 ~ 5	<8	<5	<30
适用的工作温度/℃	<90	-40 ~ 100	低于润滑脂融化温度	

在滚动轴承组合设计完成以后，应检查以前所画装配草图中轴承座孔的宽度是否足够，必要时应加宽。图 5.32 及图 5.33 所示分别为轴组件结构设计阶段所绘制的一级圆柱齿轮减速器及蜗杆减速器的装配草图。

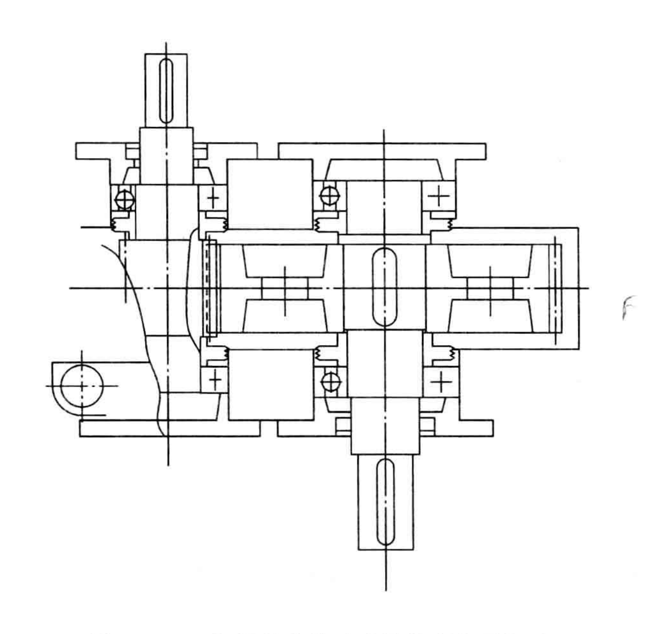


图 5.32　一级圆柱齿轮减速器装配草图(三)

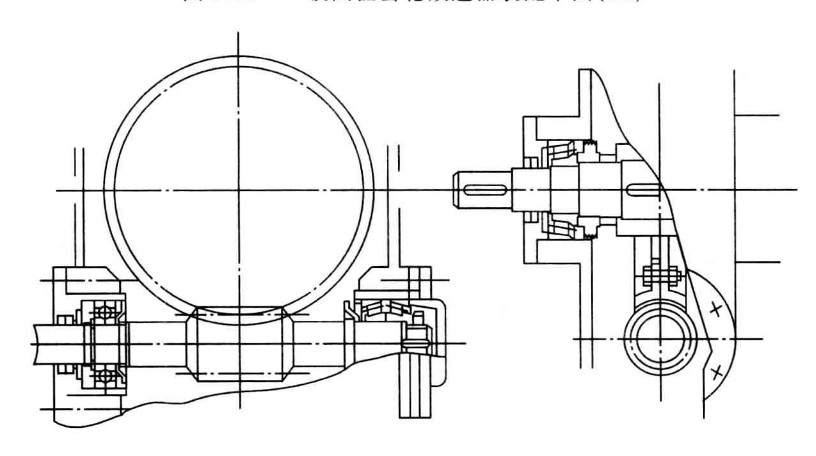


图 5.33　蜗杆减速器装配草图(三)

四、 装配图设计的第三阶段

这一阶段的主要工作是进行减速器箱体及其附件的设计。

1. 减速器箱体的结构设计

减速器箱体起着支承和固定轴组件零件,保证传动件的啮合精度和良好润滑以及轴组件的可靠密封等重要作用,其质量约占减速器总质量的 30% ~50% 。设计箱体结构时必须综合考虑传动质量、加工工艺及成本等因素。

减速器箱体可以采用铸造或焊接的方法制造,其中铸造箱体的应用比较广泛。

减速器箱体可以采用剖分式结构或整体式结构。剖分式结构安装方便,因此被广泛采用。

采用剖分式结构时,应使剖分面通过轴心线。蜗杆减速器有时采用整体式结构以提高孔的加工精度,但其安装较为不便。

进行减速器箱体的结构设计时应考虑以下几方面的问题。

(1) 箱体要具有足够的刚度

若箱体的刚度不够,在加工和使用过程中会引起变形,使轴承孔中心线过渡偏斜而影响传动件的运动精度。设计箱体时首先要保证轴承座的刚度,使轴承座有足够的壁厚,并在轴承座上加支撑肋(图 4.1)。当轴承座采用剖分式结构时还要保证其连接刚度。

箱体的支撑肋有外肋(图 4.1)和内肋(图 5.34、图 5.35)两种结构形式。内肋的刚度大,箱体外表光滑美观,但内肋阻碍润滑油的流动,工艺也比较复杂,所以一般多采用外肋结构。当轴承座伸到箱体内部时常采用内肋,如蜗杆减速器的蜗杆轴承座结构(图 5.35)。肋板的形状和尺寸如图 5.36 所示。

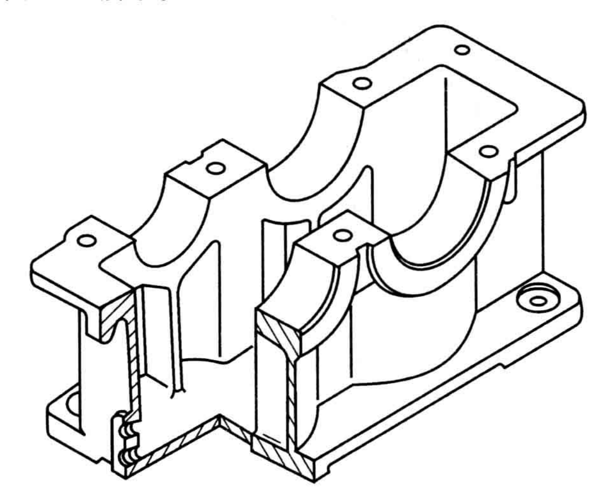


图 5.34　齿轮减速器的内肋结构

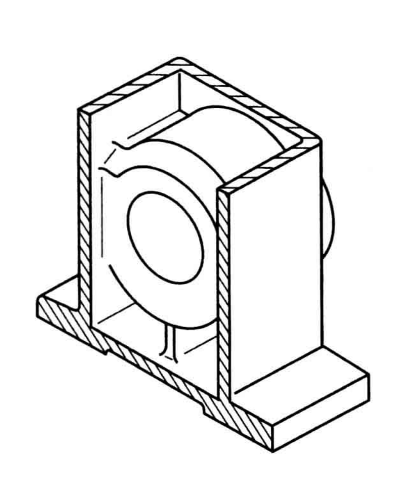


图 5.35　蜗杆减速器的内肋结构

另外,为了提高箱体的刚度,箱座底凸缘的宽度 B 应超过箱体的内壁,如图 5.37 所示。

为了提高轴承座处的连接刚度,座孔两侧的连接螺栓应尽量靠近(以不与端盖螺钉孔干涉为原则),为此轴承座孔附近应做出凸台,如图 5.38 所示。凸台要有一定的高度以留出足够的扳手空间,但高度不应超过轴承座孔的外圆,凸台的投影关系如图 5.39 所示。

目前,为了提高箱体的刚性,方形外廓减速器箱体的结构形式日益得到广泛应用。如图5.40所示,这种结构采用内肋,增强了轴承座的刚度,连接结构采用便于拆装的双头螺柱或螺钉(如内六角螺钉),箱座不用底凸缘,而且将底座下部四角凹进一些以放置地脚螺栓,使箱体结构更加紧凑,造型也更为美观。

(2) 箱体应有可靠的密封且便于传动件的润滑和散热

为保证密封,箱体剖分面处的连接凸缘应有足够的宽度,连接螺栓的间距也不应过大(小于 150 ~ 200 mm),以保证足够的压紧力。为了保证轴承座孔的精度,剖分面间不得加垫片。为提高密封性,可在剖分面上制出回油沟,使渗出的油可沿油沟的斜槽流回箱内,如图 5.41 所示。根据加工方法的不同油沟有不同的形状,如图 5.42 所示。为提高密封性有时也允许在剖分面间涂

密封胶。

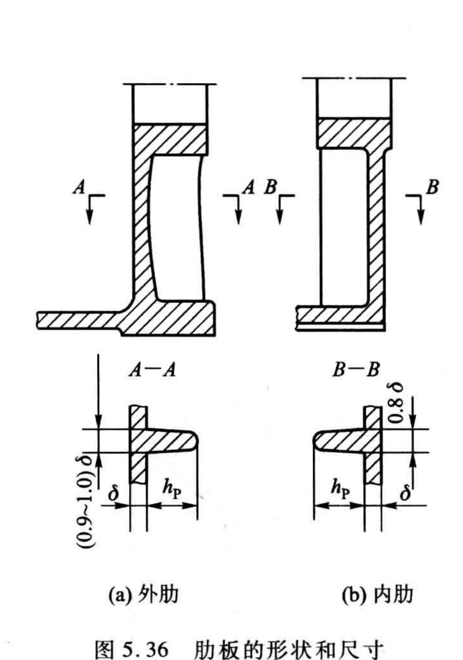


图 5.36 肋板的形状和尺寸

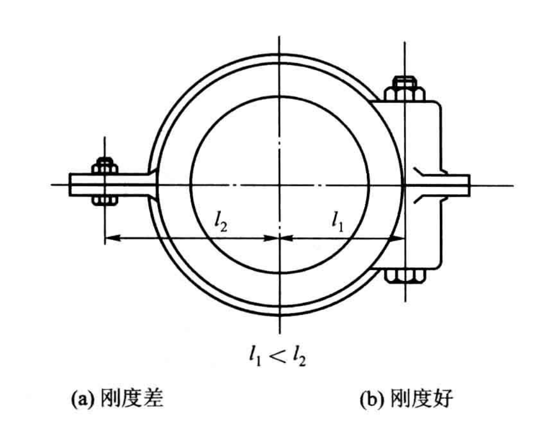


图 5.37 箱座底凸缘与内壁的位置

图 5.38 轴承座孔连接螺栓的位置

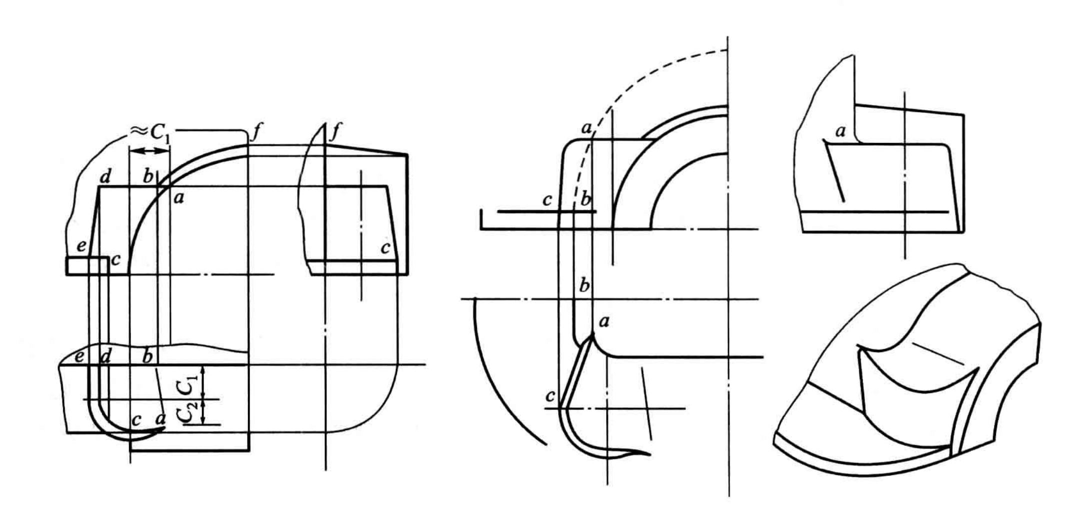


图 5.39 凸台投影关系

当传动件的圆周速度小于 12 m/s 时,传动件常采用浸油润滑,且应该保证足够的油量。一般情况下,单级传动每传递 1 kW 的功率,需油量 $Q_0 = (0.35 \sim 0.7)\ \mathrm{dm}^3$,多级传动所需的油量按级数成比例增加。

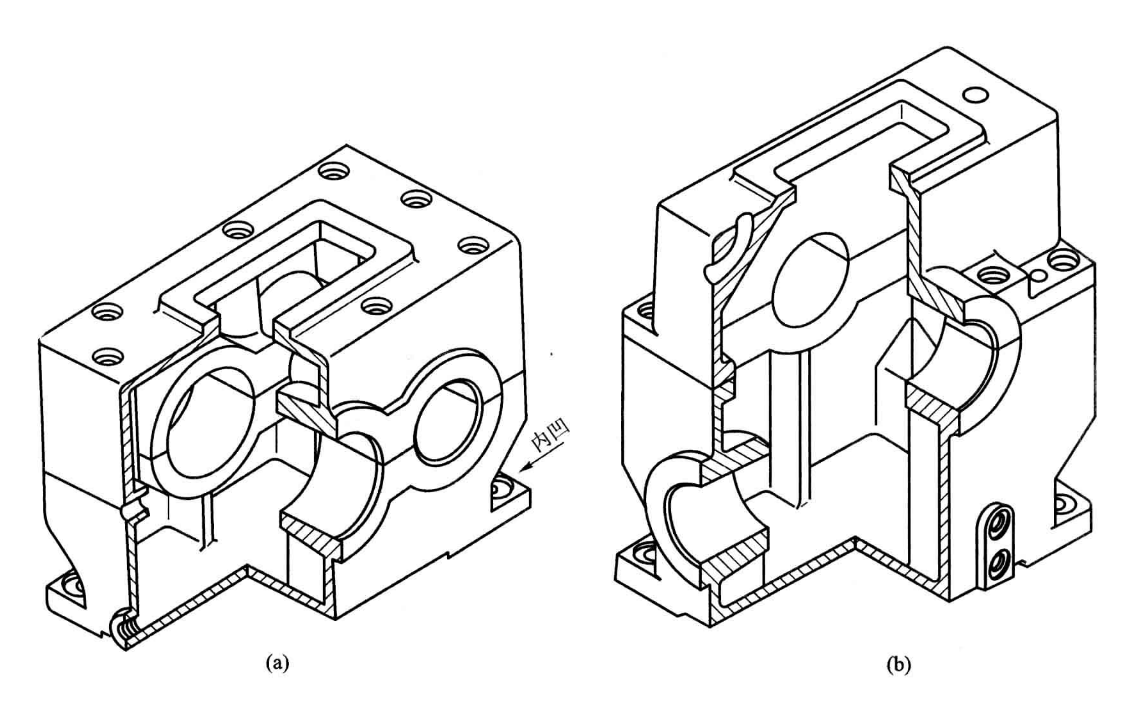


图 5.40　方形外廓减速器箱体结构

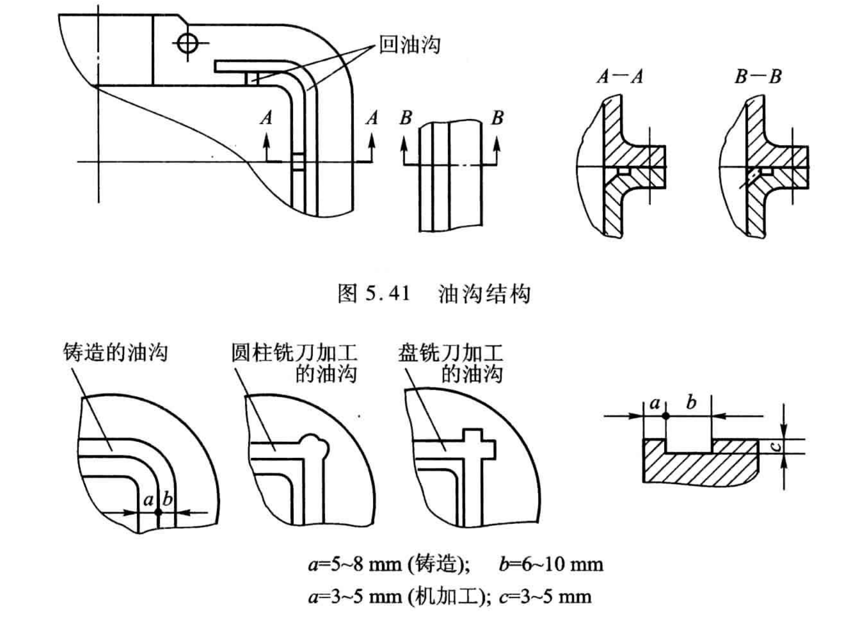


图 5.41　油沟结构

图 5.42　油沟形状及尺寸

传动件的浸油深度 H_1（图 5.43）一般为 1 个齿高，但不应小于 10 mm。为避免搅油损失过大，传动件的浸油深度不应超过其分度圆半径的 1/3。为避免搅油时将底部的脏油带起，大齿轮齿顶到油池底面的距离 H_2 应大于 30～50 mm。

在多级传动中，为使各级传动的浸油深度协调一致，可采用溅油轮（图 5.26）或溅油环润滑不接触油面的传动件。

由于蜗杆减速器工作时发热量较大，其箱体的大小应考虑散热面积的需要，并要进行热平衡计算。若不能满足热平衡要求，则应适当增大箱体的尺寸或增设散热片和风扇，如图 5.44 所示，散热片的方向应与空气的流动方向一致。发热严重时还可在油池中设置蛇形冷却水管，以降低油温。

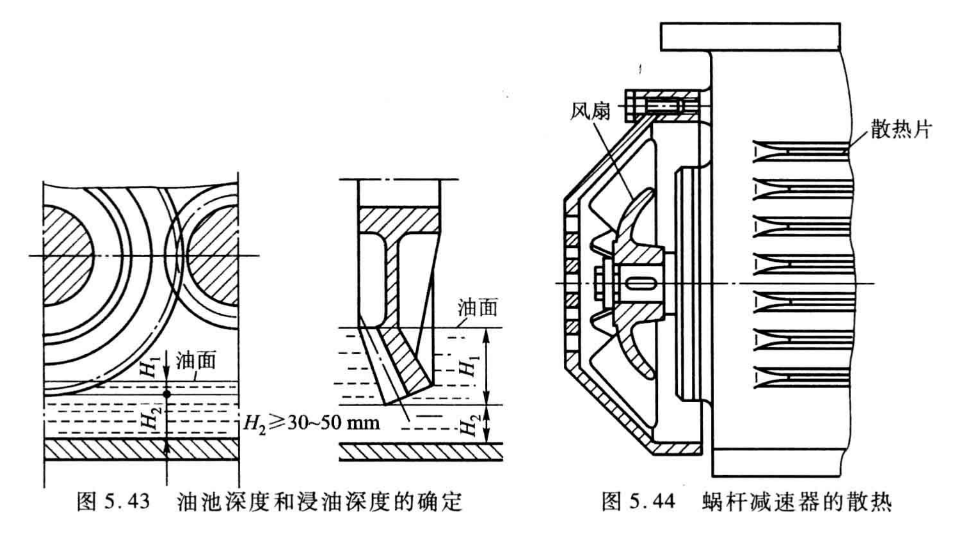


图 5.43 油池深度和浸油深度的确定　　图 5.44 蜗杆减速器的散热

（3）箱体结构要有良好的工艺性

箱体结构工艺性的好坏对于提高加工精度和装配质量，提高生产效率以及便于检修维护等方面有很大影响，主要应考虑以下两方面的问题。

1）铸造工艺的要求　在设计铸造箱体时应考虑箱体的铸造工艺特点，力求壁厚均匀、过渡平缓、不要出现局部金属积聚。铸件的箱壁不可太薄，砂型铸造圆角半径可取 $r \geqslant 5$ mm。

铸造箱体的外形应简单，以使拔模方便。铸件沿拔模方向应有 1:10 ~ 1:20 的拔模斜度，应尽量减少沿拔模方向的凸起结构，以利于拔模。箱体上应尽量避免出现狭缝，以免砂型强度不够，在浇铸和取模时易形成废品。图 5.45a 中两凸台距离太小而形成狭缝，应将凸台连在一起，如图 5.45b 所示。

凸台

(a) 不好的结构

(b) 较好的结构

图 5.45 避免有狭缝的铸件结构

2）机械加工工艺性的要求　设计箱体的结构形状时，应尽量减少机械加工的面积。在图 5.46 所示的箱座底面结构中，图 5.46b 为较好的结构，便于箱体找正，小型箱体则多采用图5.46c所示的结构。

设计时应尽量减少工件和刀具的调整次数。例如同一轴心线上两轴承座孔的直径应尽量一致，以便于镗孔并保证镗孔精度。同一方向上的平面应尽量能一次调整、加工完成。各轴承座端面应在同一平面上。

箱体上的加工面与非加工面必须严格分开。例如，箱体的轴承座端面需要加工，因而应该凸出，如图 5.47b 所示，图 5.47a 为不合理结构。另外，窥视孔盖、通气器、油标和油塞等的接合面

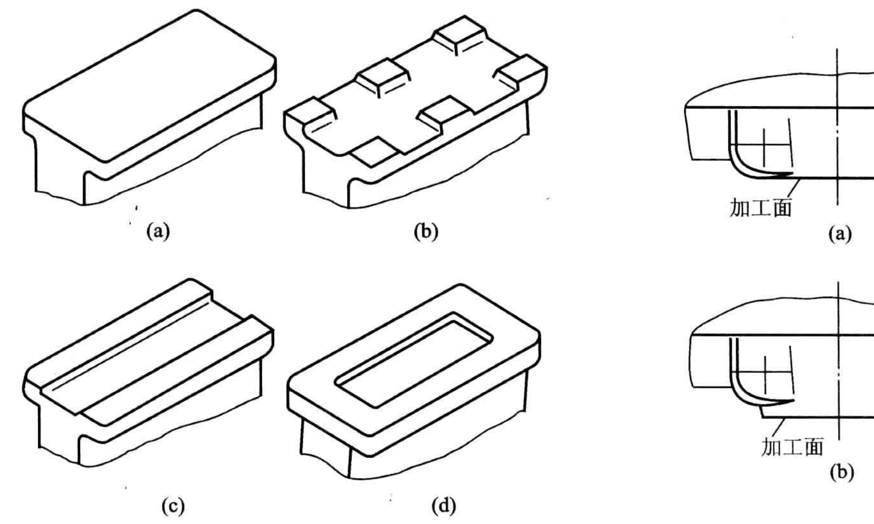


图 5.46　箱座底面结构　　　　图 5.47　加工面与非加工面应分开

处,与螺栓头部或螺母接触处都应做出凸台(凸起高度 $h=3\sim5$ mm)。也可将与螺栓头部或螺母接触处锪出沉头座坑(图 5.48),其中图 5.48b、图5.48d为凸台加工,图 5.48a、图 5.48c 为沉头座坑加工。

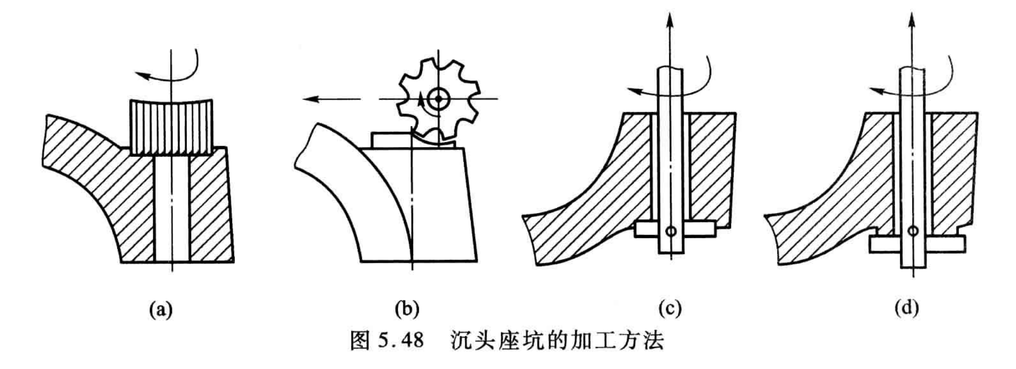


图 5.48　沉头座坑的加工方法

(4) 箱体形状应力求匀称、美观

箱体的外形应简洁、整齐,尽量减少外凸形体。例如,将箱体剖分面的凸缘、轴承座凸台伸到箱体内壁,并设内肋,可以提高箱体的刚性,使其外形整齐、协调。又如,采用"方形小圆角过渡"的造型比"曲线大圆角过渡"更美观。图 5.49 所示即是造型较好的箱体。

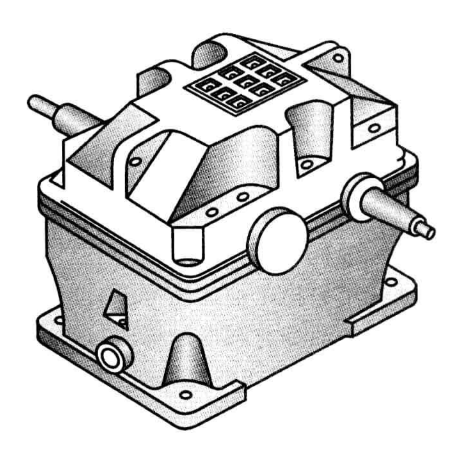


图 5.49　具有较好造型的箱体

2. 减速器附件的结构设计

(1) 窥视孔和窥视孔盖

窥视孔用于检查传动件的啮合情况、润滑状态、接触斑点及齿侧间隙等,还可用于注入润滑油。窥视孔应开在便于观察传动件啮合区的位置,尺寸大小以便于观察为宜。

窥视孔盖可用铸铁、钢板或有机玻璃制成,它和箱体之间应加密封垫片密封。箱体上开窥视孔处应凸出一块,以便加工出与孔盖的接触面(图 5.50b),图 5.50a 为错误结构。孔盖用 M6 ~ M8 的螺钉紧固,其结构如图 5.51 所示。

(2) 放油螺塞

放油孔应设在箱座底面的最低处,常将箱体的内底面设计成向放油孔方向倾斜 1° ~1.5°,并在其附近做出一小凹坑,以便攻螺纹及油污的汇集和排放。图 5.52a 的工艺性较好,图 5.52b 未开凹坑,加工工艺性差。

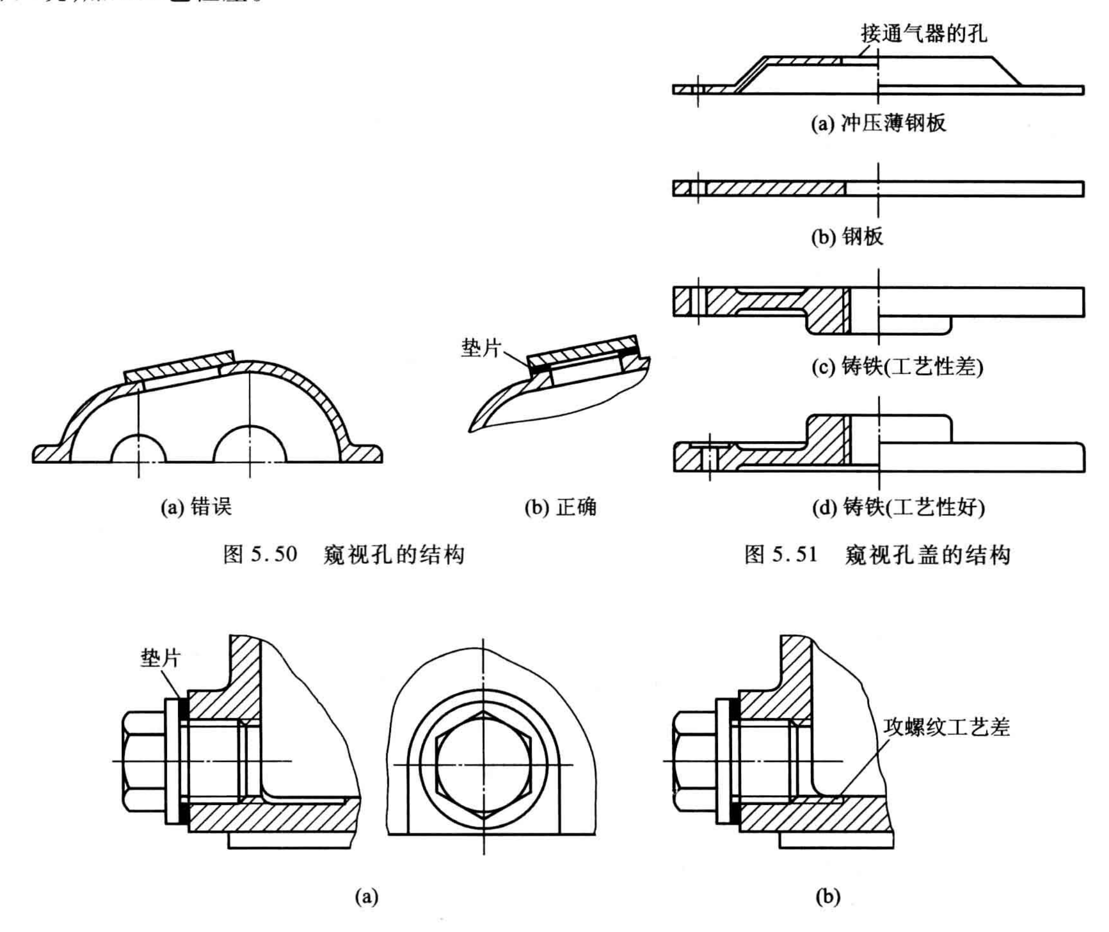


图 5.50　窥视孔的结构

图 5.51　窥视孔盖的结构

图 5.52　放油螺塞的结构

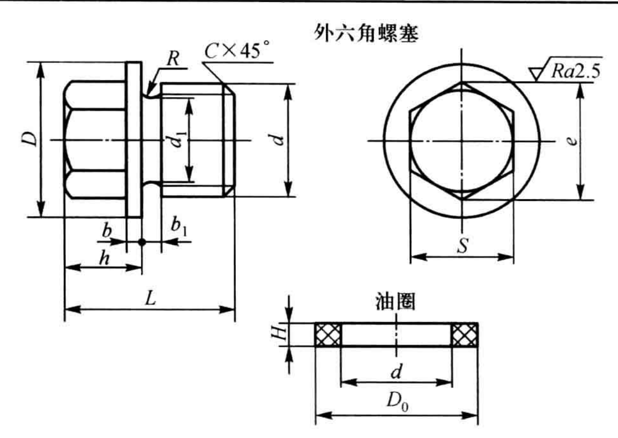
外六角螺塞的尺寸见表 5.2。

(3) 油标

油标用来指示油面高度,应设置在便于检查及油面较稳定之处(如低速级传动件附近)。

常用的油标有圆形油标、长形油标、管状油标和杆式油标等。一般多用带有螺纹的杆式油标(图 5.53)。采用杆式油标时,应使箱座油标座孔的倾斜位置便于加工和使用,如图 5.54 所示。油标安置的部位不能太低,以防油进入油标座孔而溢出。油标上的油面刻度线应按传动件的浸油深度确定。为避免因油的搅动而影响检查效果,可在标尺外装隔套,如图 5.55 所示。

表 5.2 外六角螺塞(JB/T 1760—1991)、纸封油圈(ZB 71—1962)和皮封油圈(ZB 70—1962) mm



<table>
<tr><th rowspan="2">d</th><th rowspan="2">d_1</th><th rowspan="2">D</th><th rowspan="2">e</th><th rowspan="2">S</th><th rowspan="2">L</th><th rowspan="2">h</th><th rowspan="2">b</th><th rowspan="2">b_1</th><th rowspan="2">R</th><th rowspan="2">C</th><th rowspan="2">D_0</th><th colspan="2">H</th></tr>
<tr><th>纸圈</th><th>皮圈</th></tr>
<tr><td>M10 × 1</td><td>8.5</td><td>18</td><td>12.7</td><td>11</td><td>20</td><td>10</td><td rowspan="4">3</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">0.5</td><td>0.7</td><td>18</td><td rowspan="5">2</td><td rowspan="6">2</td></tr>
<tr><td>M12 × 1.25</td><td>10.2</td><td>22</td><td>15</td><td>13</td><td>24</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="4">1.0</td><td rowspan="2">22</td></tr>
<tr><td>M14 × 1.5</td><td>11.8</td><td>23</td><td>20.8</td><td>18</td><td>25</td><td rowspan="4">3</td><td rowspan="7">1</td></tr>
<tr><td>M18 × 1.5</td><td>15.8</td><td>28</td><td rowspan="2">24.2</td><td rowspan="2">21</td><td>27</td><td rowspan="3">15</td><td>25</td></tr>
<tr><td>M20 × 1.5</td><td>17.8</td><td>30</td><td rowspan="2">30</td><td rowspan="5">4</td><td>30</td></tr>
<tr><td>M22 × 1.5</td><td>19.8</td><td>32</td><td>27.7</td><td>24</td><td rowspan="4">1.5</td><td>32</td><td rowspan="4">3</td></tr>
<tr><td>M24 × 2</td><td>21</td><td>34</td><td>31.2</td><td>27</td><td>32</td><td>16</td><td rowspan="3">4</td><td>35</td><td rowspan="3">2.5</td></tr>
<tr><td>M27 × 2</td><td>24</td><td>38</td><td>34.6</td><td>30</td><td>35</td><td>17</td><td>40</td></tr>
<tr><td>M30 × 2</td><td>27</td><td>42</td><td>39.3</td><td>34</td><td>38</td><td>18</td><td>45</td></tr>
</table>

标记示例:螺塞 M20 × 1.5

油圈 30 × 20 ZB 71(D_0 = 30 mm,d = 20 mm 的纸封油圈)

油圈 30 × 20 ZB 70(D_0 = 30 mm,d = 20 mm 的皮封油圈)

材料:纸封油圈—石棉橡胶纸;皮封油圈—工业用革;螺塞—Q235

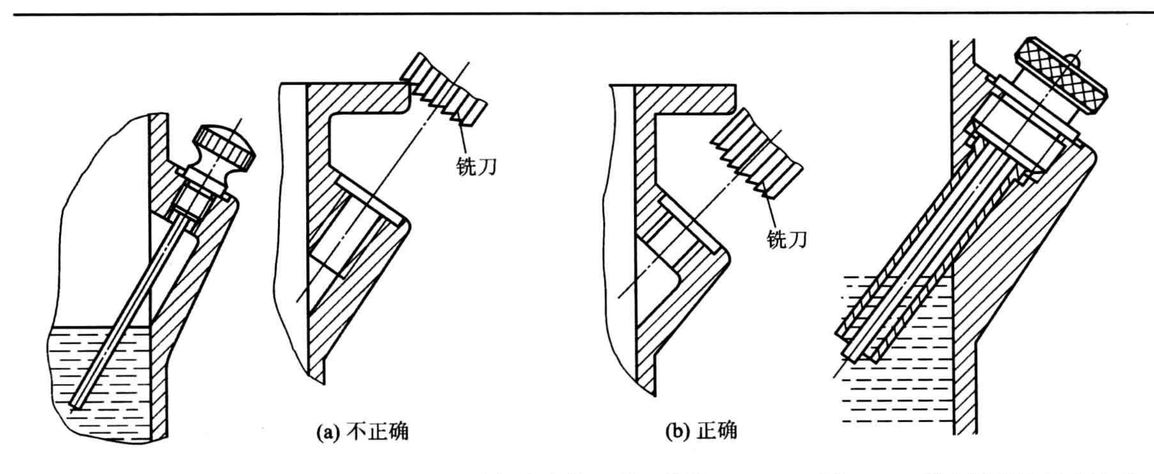
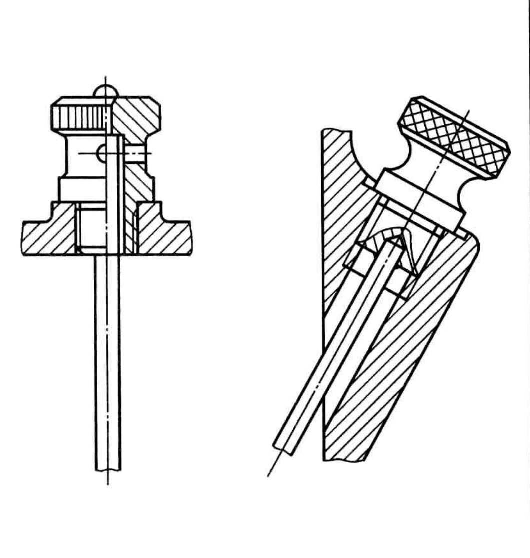
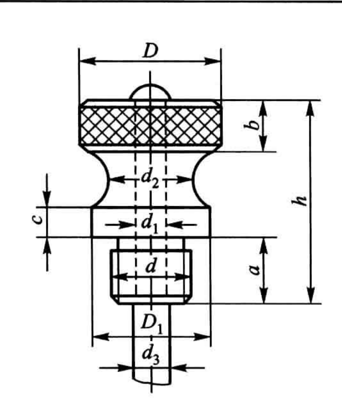


图 5.53 杆式油标　　图 5.54 油标安装位置的工艺性　　图 5.55 带有隔套的杆式油标

各种油标的尺寸见表 5.3 ~ 表 5.6。

表 5.3　杆 式 油 标　　mm

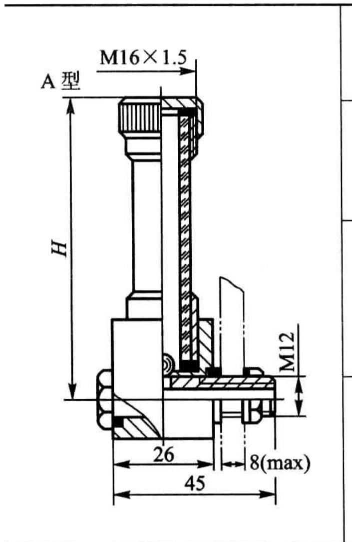




d	d_1	d_2	d_3	h	a	b	c	D	D_1
M12	4	12	6	28	10	6	4	20	16
M16	4	16	6	35	2	8	5	26	22
M20	6	20	8	42	15	10	6	32	26

注:表中左图为具有通气孔的杆式油标。

表 5.4　管状油标(JB/T 7941.4—1995)　　mm

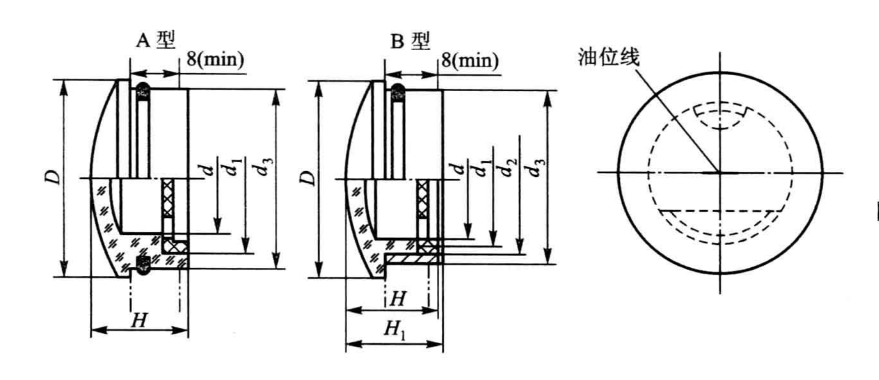


H	O 形橡胶密封圈(按 GB/T 3452.1)	六角薄螺母(按 GB/T 6172.1)	弹性垫圈(按 GB/T 860)
80,100,125,160,200	11.8 ×2.65	M12	12
标记示例: H = 200 mm,A 型管状油标的标记:油标　A200　JB/T 7941.4			
注:B 型管状油标尺寸见 JB/T 7941.4—1995			

(4) 通气器

减速器运转时,箱体内温度升高、气压增大,对减速器的密封极为不利。因此,多在箱盖顶部或窥视孔盖上安装通气器,使箱体内的热胀气体自由逸出,以保证箱体内外压力均衡,提高箱体有缝隙处的密封性能。

表 5.5　压配式圆形油标(JB/T 7941.1—1995)　　mm



标记示例:
视孔 $d=32$,A 型压配式圆形油标的标记:
油标　A32 JB/T 7941.1

<table>
<tr><th rowspan="2">d</th><th rowspan="2">D</th><th colspan="2">d_1</th><th colspan="2">d_2</th><th colspan="2">d_3</th><th rowspan="2">H</th><th rowspan="2">H_1</th><th>O 形橡胶密封圈(按 GB/T 3452.1)</th></tr>
<tr><th>基本尺寸</th><th>极限偏差</th><th>基本尺寸</th><th>极限偏差</th><th>基本尺寸</th><th>极限偏差</th><th></th></tr>
<tr><td>12</td><td>22</td><td>12</td><td rowspan="2">-0.050
-0.160</td><td>17</td><td>-0.050
-0.160</td><td>20</td><td rowspan="2">-0.065
-0.195</td><td rowspan="2">14</td><td rowspan="2">16</td><td>15×2.65</td></tr>
<tr><td>16</td><td>27</td><td>18</td><td>22</td><td rowspan="2">-0.065
-0.195</td><td>25</td><td>20×2.65</td></tr>
<tr><td>20</td><td>34</td><td>22</td><td rowspan="2">-0.065
-0.195</td><td>28</td><td>32</td><td rowspan="3">-0.080
-0.240</td><td rowspan="2">16</td><td rowspan="2">18</td><td>25×3.55</td></tr>
<tr><td>25</td><td>40</td><td>28</td><td>34</td><td rowspan="2">-0.080
-0.240</td><td>38</td><td>31.5×3.55</td></tr>
<tr><td>32</td><td>48</td><td>35</td><td rowspan="2">-0.080
-0.240</td><td>41</td><td>45</td><td rowspan="2">18</td><td rowspan="2">20</td><td>38.7×3.55</td></tr>
<tr><td>40</td><td>58</td><td>45</td><td>51</td><td rowspan="3">-0.100
-0.290</td><td>55</td><td rowspan="3">-0.100
-0.290</td><td>48.7×3.55</td></tr>
<tr><td>50</td><td>70</td><td>55</td><td rowspan="2">-0.100
-0.290</td><td>61</td><td>65</td><td rowspan="2">22</td><td rowspan="2">24</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>63</td><td>85</td><td>70</td><td>76</td><td>80</td></tr>
</table>

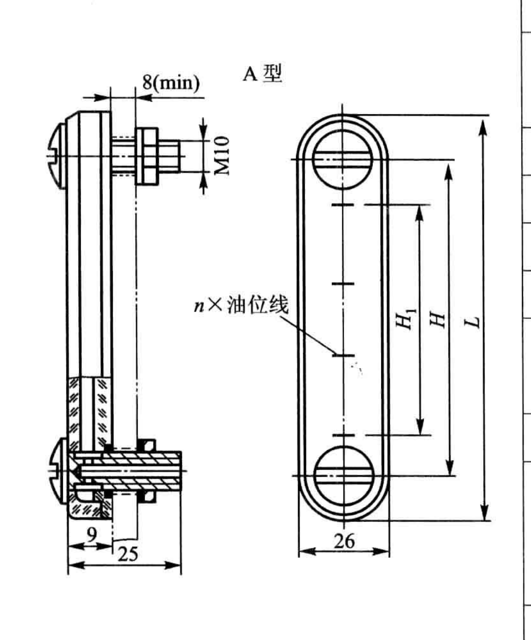
简易的通气器常用带孔螺钉制成,但通气孔不能直通顶端,以免灰尘进入,如图 5.56a 所示。这种通气器用于比较清洁的场合。较完善的通气器内部做成各种曲路,并有金属网,以减少灰尘随空气吸入箱体,如图 5.56b 所示。

通气器的结构形式和尺寸如表 4.4 所列。

(5) 起盖螺钉

起盖螺钉(图 5.57)上的螺纹长度要大于箱盖连接凸缘的厚度,钉杆端部要做成圆柱形,加工成大倒角或半圆形,以免顶坏螺纹。

表 5.6　长形油标（JB/T 7941.3—1995）　　mm



H		H_1	L	n（条数）
基本尺寸	极限偏差			
80	±0.17	40	110	2
100		60	130	3
125	±0.20	80	155	4
160		120	190	6

O 形橡胶密封圈（按 GB/T 3452.1）	六角薄螺母（按 GB/T 6172.1）	弹簧垫圈（按 GB/T 860）
10×2.65	M10	10

标记示例：
H = 80 mm，A 型长形油标的标记：
油标　A80　JB/T 7941.3

注：B 型长形油标见 JB/T 7941.3—1995。

（6）定位销

为了保证剖分式箱体轴承座孔的加工与装配精度，在箱体连接凸缘的长度方向两端各设一个圆锥定位销（图 5.58）。两销间的距离尽量远些，以提高定位精度。

定位销的直径一般取 $d=(0.7\sim0.8)d_2$，d_2 为箱体连接螺栓的直径，其长度应大于箱盖和箱座连接凸缘的总厚度，以利于装拆。

（7）吊环螺钉、吊耳和吊钩

为了拆卸及搬运减速器，应在箱盖上装有吊环螺钉或铸出吊耳，并在箱座上铸出吊钩。

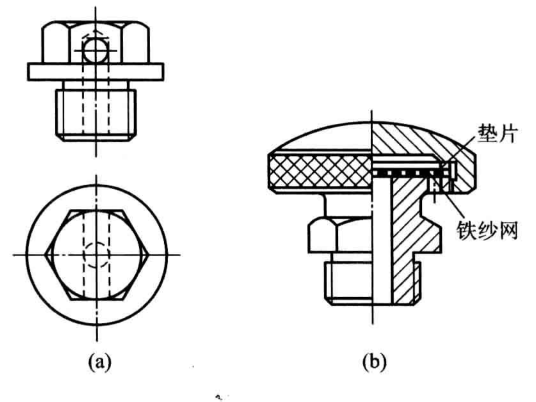


图 5.56　通气器

吊环螺钉为标准件，可按起重量选取。由于吊环螺钉承载较大，故在装配时必须把螺钉完全拧入，使其台肩抵紧箱盖上的支承面。为此，箱盖上的螺钉孔必须局部锪大，如图 5.59 所示（其中图 5.59b 所示螺钉孔的工艺性更好）。吊环螺钉用于拆卸箱盖，也允许用来吊运轻型减速器。

比较简便的加工方法是在箱盖上直接铸出吊耳或吊耳环，箱座两端也铸出吊钩，用以起吊或搬运整个箱体。吊钩和吊耳的尺寸可查表 4.3，也可根据具体情况加以修改。

箱体及其附件的设计完成后，减速器的装配草图就已画好。图 5.60、图 5.61 分别为这一阶段设计的一级圆柱齿轮减速器及蜗杆减速器的装配草图。

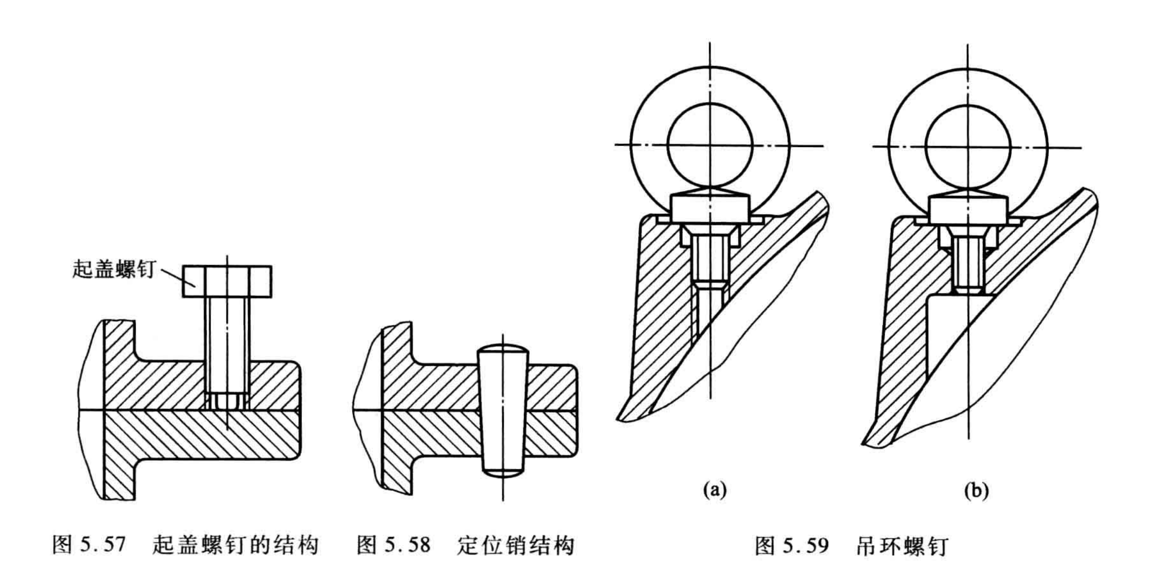


图 5.57　起盖螺钉的结构　　图 5.58　定位销结构　　图 5.59　吊环螺钉

图 5.60　一级圆柱齿轮减速器装配草图(四)

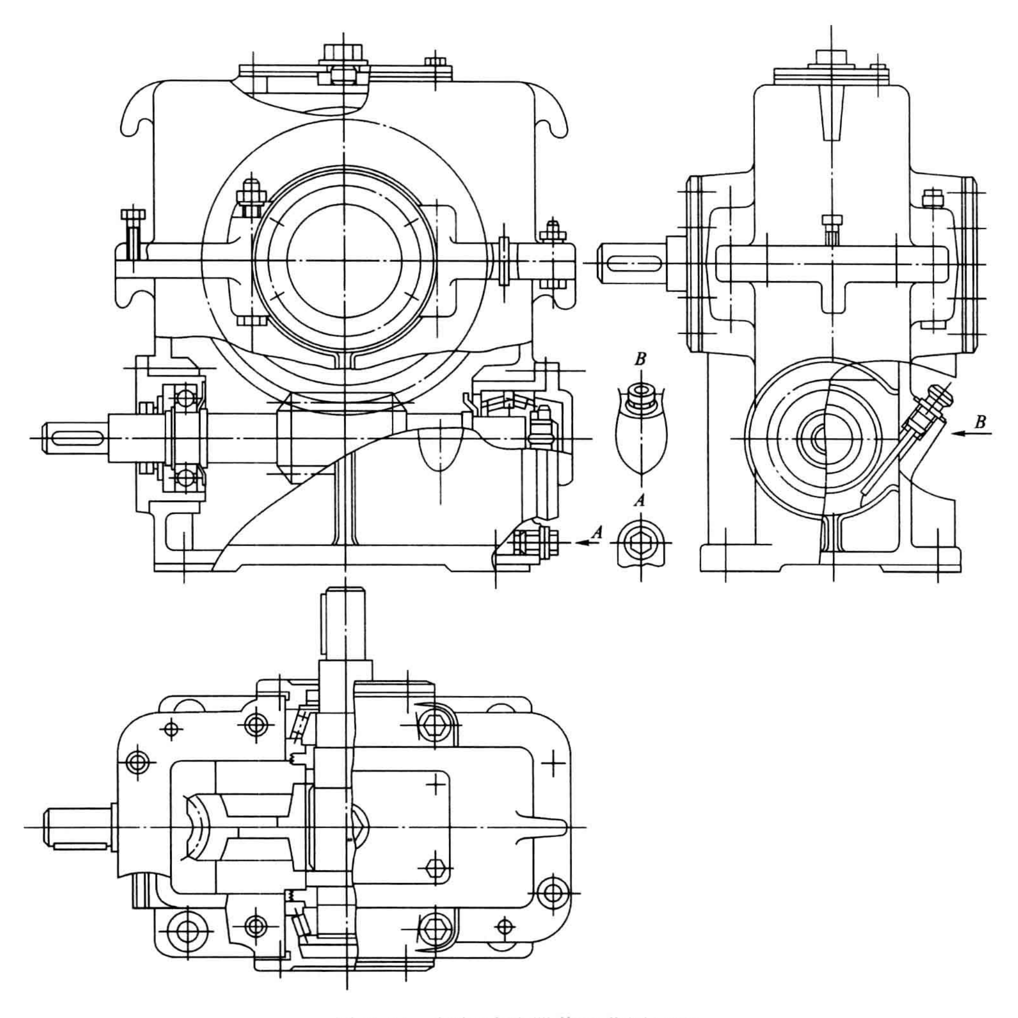


图 5.61　蜗杆减速器装配草图(四)

五、 装配草图的检查

首先检查主要问题,然后检查细部,检查的主要内容如下:

1) 总体布置方面　检查装配草图与传动装置方案简图是否一致。轴伸端的方位是否符合要求,轴伸端的结构尺寸是否符合设计要求,箱外零件是否符合传动方案的要求。

2) 计算方面　传动件、轴、轴承及箱体等主要零件是否满足强度、刚度等要求,计算结果(如齿轮中心距、传动件与轴的尺寸、轴承型号与跨距等)是否与草图一致。

3) 轴组件结构方面　传动零件、轴、轴承和轴上其他零件的结构是否合理,定位、固定、调整、装拆、润滑和密封是否合理。

4) 箱体和附件结构方面　箱体的结构和加工工艺性是否合理,附件的布置是否恰当,结构是否正确。

5) 绘图规范方面　视图选择是否恰当,投影是否正确,是否符合机械制图国家标准的规定。

六、 完成装配图

这一阶段是最终完成课程设计的关键阶段，应认真完成其中的每一项内容。这一阶段的主要内容如下：

1. 标注必要的尺寸

装配图上应标注的尺寸有以下几类：

1）特性尺寸　传动零件中心距及其偏差。

2）最大外形尺寸　减速器的总长、总宽、总高，供包装运输及安装时参考。

3）安装尺寸　箱座底面尺寸（包括底座的长、宽、厚），地脚螺栓孔中心的定位尺寸，地脚螺栓孔之间的中心距和地脚螺栓孔的直径及个数，减速器中心高尺寸，外伸轴端的配合长度和直径等。

4）主要零件的配合尺寸　对于影响运转性能和传动精度的零件，其配合尺寸应标注出尺寸、配合性质和精度等级，例如轴与传动件、轴承、联轴器的配合尺寸，轴承与轴承座孔的配合尺寸等。对于这些零件应选择恰当的配合与精度等级，这与提高减速器的工作性能，改善加工工艺性及降低成本等有密切的关系。

标注尺寸时应使尺寸排列整齐、标注清晰，多数尺寸应尽量布置在反映主要结构的视图上，并尽量布置在视图的外面。

表 5.7 列出了减速器主要零件的推荐配合，应根据具体情况进行选用。

表 5.7　减速器主要零件的推荐配合

配合零件	推荐配合	装拆方法
大中型减速器的低速级齿轮（蜗轮）与轴的配合，轮缘与轮芯的配合	$\frac{H7}{r6}$，$\frac{H7}{s6}$	用压力机或温差法（中等压力的配合，小过盈配合）
一般齿轮、蜗轮、带轮、联轴器与轴的配合	$\frac{H7}{r6}$	用压力机（中等压力的配合）
要求对中性良好及很少装拆的齿轮、蜗轮、联轴器与轴的配合	$\frac{H7}{n6}$	用压力机（较紧的过渡配合）
小锥齿轮及较常装拆的齿轮、联轴器与轴的配合	$\frac{H7}{s6}$，$\frac{H7}{k6}$	手锤打入（过渡配合）
滚动轴承内孔与轴的配合（内圈旋转）	j6（轻载荷）、k6、m6（中等载荷）	用压力机（实际为过盈配合）
滚动轴承外圈与箱体孔的配合（外圈不转）	H7，H6（精度要求高时）	木锤或徒手装拆
轴承套环与箱体孔的配合	$\frac{H7}{h6}$	木锤或徒手装拆

2. 写明减速器的技术特性

应在装配工作图的适当位置列表写出减速器的技术特性，内容包括输入功率和转速，传动效

率、总传动比和各级传动比、传动特性(各级传动件的主要几何参数和精度等级)等。表5.8为二级圆柱斜齿轮减速器的技术特性表格式。

表5.8 技术特性表的格式

输入功率/kW	输入转速/(r/min)	效率 η	总传动比 i	传动特性							
				第一级				第二级			
				m_n	z_2/z_1	β	精度等级	m_n	z_2/z_1	β	精度等级

3. 编写技术要求

装配工作图的技术要求是用文字说明有关装配、调整、检验、润滑、维护等方面的内容,正确判定技术要求有助于保证减速器的各种工作性能。技术要求通常包括以下几方面的内容:

(1) 对零件的要求

装配前所有合格的零件要用煤油或汽油清洗,箱体内不许有任何杂物存在,箱体内壁应涂上防侵蚀的涂料。

(2) 对润滑剂的要求

润滑剂对减少传动零件和轴承的摩擦、磨损以及散热、冷却起着重要的作用,同时也有助于减振、防锈。技术要求中应写明所用润滑剂的牌号、油量及更换时间等。

选择传动件的润滑剂时,应考虑传动特点,载荷性质、大小及运转速度。对于多级传动,应按高速级和低速级对润滑剂粘度要求的平均值来选择润滑剂。

对于圆周速度 $v<2$ m/s 的开式齿轮传动和滚动轴承,也常采用润滑脂。可根据工作温度、运转速度、载荷大小和环境情况进行选择。

传动件和轴承所用润滑剂的选择方法参见主教材。换油时间一般为半年左右。

(3) 对滚动轴承轴向间隙及其调整的要求

对于固定间隙的深沟球轴承,一般留轴向间隙 $\Delta=0.25\sim0.4$ mm。对可调间隙轴承的轴向间隙可查机械设计手册,并应注明轴向间隙值。

(4) 传动侧隙量和接触斑点

传动侧隙和接触斑点的要求是根据传动件的精度等级确定的,查出后标注在技术要求中,供装配时检查用。

检查侧隙的方法可用塞尺测量,或用铅丝放进传动件啮合的间隙中,然后测量铅丝变形后的厚度即可。

检查接触斑点的方法是在主动件齿面上涂色,使其转动,观察从动件齿面的着色情况,由此分析接触区的位置及接触面积的大小。

(5) 减速器的密封

减速器箱体的剖分面、各接触面及密封处均不允许漏油。剖分面允许涂密封胶和水玻璃,不允许使用任何垫片或填料。轴伸处密封应涂上润滑脂。

(6) 对试验的要求

减速器装配好后应作空载试验,正反转各一小时,要求运转平稳、噪声小、连接固定处不得松动。作负载试验时,油池温升不得超过35 ℃,轴承温升不得超过40 ℃。

(7) 对外观、包装和运输的要求

箱体表面应涂漆，外伸轴及零件需涂油并包装严密，运输和装卸时不可倒置。

4. 对全部零件进行编号

零件编号时可不区分标准件和非标准件而统一编号，也可以分别编号。零件编号要完全，不能重复，相同的零件只能有一个零件编号。编号引线不能相交，并尽量不与剖面线平行。独立组件（如滚动轴承、通气器等）可作为一个零件编号。对装配关系清楚的零件组（螺栓、螺母及垫圈）可利用公共引线，如图 5.62 所示。编号应按顺时针或逆时针方向顺次排列，编号的数字高度应比图中所注尺寸数字的高度大一号。

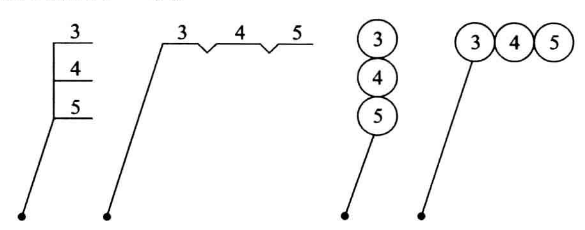


图 5.62 公共引线编号方法

5. 编制零件明细栏及标题栏

减速器的所有零件均应列入明细栏中，并应注明每个零件的材料和件数。对于标准件，则应注明名称、件数、材料、规格及标准代号。对齿轮应注明模数 m、齿数 z、螺旋角 β 等。

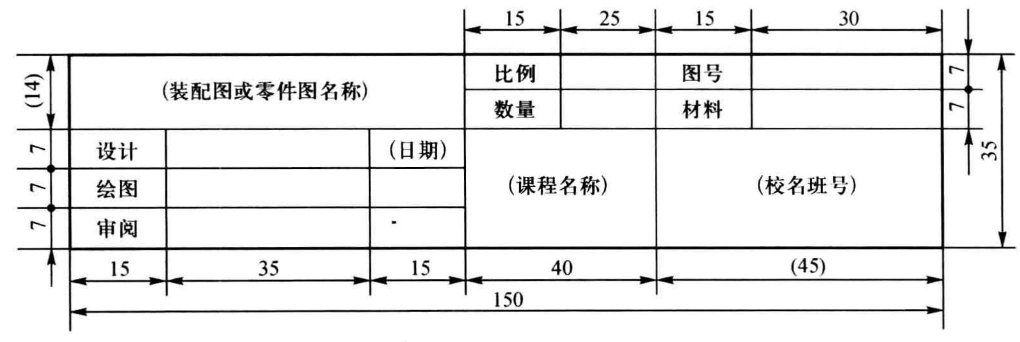
机械设计课程设计所用的明细栏和装配图标题栏如表 5.9、表 5.10 所列。

表 5.9 明细栏格式（本课程用）

……	……	……	……	……	……
02	滚动轴承 7210 C	2		GB/T 292—1994	
01	箱座	1	HT200		
序号	名称	数量	材料	标准	备注

尺寸：列宽 10、45、10、20、40、(25)，总宽 150；行高 7、7、10。

表 5.10 标题栏格式（本课程用）



（装配图或零件图名称）			比例		图号	
			数量		材料	
设计		（日期）	（课程名称）		（校名班号）	
绘图						
审阅		-				

注：主框线型为粗实线（b）；分格线为细实线（$b/4$）。

6. 检查装配工作图

完成装配图后，应对此阶段的设计再进行一次检查，其主要内容包括：

1）视图的数量是否足够，是否能够清楚地表达减速器的结构和装配关系；

2）各零件的结构是否合理，加工、装拆、调整是否可能，维修、润滑是否方便；

3）尺寸标注是否足够、正确，配合和精度的选择是否适当，重要零件的位置及尺寸是否符合设计计算要求，是否与零件图一致，相关零件的尺寸是否协调；

4）零件编号是否齐全，有无遗漏或多余；

5）技术要求和技术性能是否完善、正确；

6）明细栏所列项目是否正确，标题栏格式、内容是否符合标准；

7）所有文字是否清晰，是否按制图规定写出。

图纸经检查及修改后，待画完零件图再加深描粗，应注意保持图纸整洁。

第6章 减速器零件工作图的设计

零件工作图(简称为零件图)是制造、检验零件和制定工艺规程的基本技术文件。它既要根据装配图表明设计要求,又要结合制造的加工工艺性表明加工要求。零件图应包括制造和检验零件所需的全部内容,即零件的图形、尺寸及公差、形位公差、表面粗糙度、材料、热处理及其他技术要求、标题栏等。

在机械设计基础课程设计中,零件图的绘制一般以轴类和齿轮类零件为主。

一、零件工作图的设计要点

1. 视图及比例的选择

视图的选择应能清楚地表达零件内、外部的结构形状。零件图的结构与尺寸应与装配图一致,应尽量减少视图的数量,选用1:1的绘图比例以增加真实感。

2. 尺寸及偏差的标注

标注尺寸时应注意选择正确的尺寸基准,尺寸标注应清晰、不封闭、不重复。应以一主要视图的尺寸标注为主,同时辅以其他视图的标注,有配合要求的尺寸应标注极限偏差。

3. 表面粗糙度的标注

零件的所有表面都应注明表面粗糙度值,以便于制定加工工艺。在常用参数值范围内,应优先选用 *Ra* 参数。在保证正常工作条件下应尽量选用数值较大者,以便于加工。如果大多数表面具有相同的表面粗糙度参数值,可在右上角统一标注,并加“其余”字样。

4. 形位公差的标注

形位公差是评定零件质量的重要指标之一,应正确选择其等级及具体数值。

5. 齿轮类零件的啮合参数表

对于齿轮、蜗轮类零件,由于其参数及误差检验项目等较多,应在图纸右上角列一啮合参数表,标注主要参数、精度等级及误差检验项目等。

6. 技术要求

对于不便在图形上表明而又是制造中应明确的内容,可用文字在技术要求中说明。技术要求一般包括:

1) 对材料的力学性能和化学成分的要求;

2) 对铸锻件及其他毛坯件的要求,如时效处理、去毛刺等要求;

3) 对零件的热处理方法及热处理后硬度的要求;

4) 对加工的要求,如配钻、配铰等;

5) 对未注圆角、倒角的要求;

6) 其他特殊要求,如对大型或高速齿轮的平衡试验要求等。

7. 标题栏

应注明图号，零件的名称、材料及件数，绘图比例等内容。

二、轴类零件工作图的设计要点

1. 视图

一般只需一个视图，在有键槽和孔的地方，可增加必要的剖面图。对于不易表达清楚的部位，如中心孔、退刀槽等，必要时应绘制局部放大图。

2. 尺寸标注

标注径向尺寸时应注意，凡有配合处的直径都应标注尺寸的偏差值。

标注轴向尺寸时需要考虑基准面和尺寸链的问题，选定尺寸标注的基准面时，应尽量使尺寸的标注反映加工工艺的要求，轴向尺寸不允许出现封闭的尺寸链。图 6.1 所示为轴的轴向尺寸标注示例，2、3 为主要基准面，1、4 为辅助基准面，这是因为轴段 $22_{-0.14}^{\ 0}$ 和 $12_{-0.12}^{\ 0}$ 的精度较高，其尺寸应从轴环的两侧标出，这种标注方法反映出零件在车床上的加工顺序。

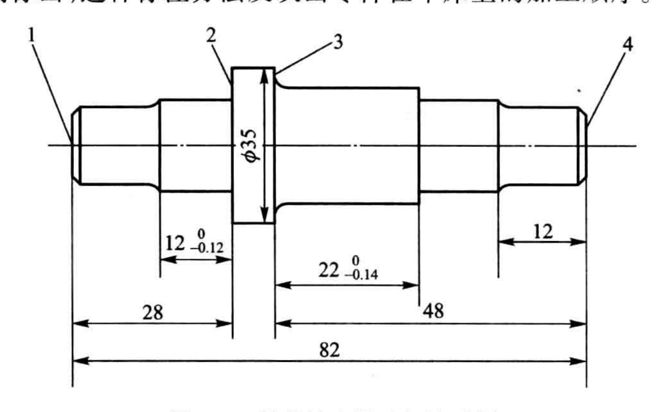


图 6.1　轴的轴向尺寸标注示例

3. 表面粗糙度

与轴承相配合表面及轴肩端面表面粗糙度值的选择查表 6.1。轴的所有表面都要加工，其表面粗糙度值可按表 6.2 选择或查设计手册。

表 6.1　配合面的表面粗糙度值

轴或轴承座直径/mm		轴或外壳孔配合表面直径公差等级								
		IT7			IT6			IT5		
		表面粗糙度值/μm								
超过	到	*Rz*	*Ra* 磨	*Ra* 车	*Rz*	*Ra* 磨	*Ra* 车	*Rz*	*Ra* 磨	*Ra* 车
	80	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6	4	0.4	0.8
80	500	16	1.6	3.2	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6
端面		25	3.2	6.3	25	3.2	6.3	10	1.6	3.2

注：与/P0、/P6(P6x)级公差轴承配合的轴，其公差等级一般为 IT6，外壳孔一般为 IT7。

表 6.2　轴加工表面粗糙度 *Ra* 的推荐值

加工表面	表面粗糙度 Ra /μm			
与传动件及联轴器等轮毂相配合的表面	1.6 ~ 0.8			
与 G、E 级滚动轴承相配合的表面	见表 6.1			
与传动件及联轴器相配合的轴肩端面	1.6 ~ 0.8			
与滚动轴承相配合的轴肩端面	见表 6.1			
平键键槽	工作面：< 1.6　非工作面：< 6.3			
密封处的表面	毡圈油封	橡胶油封		隙缝密封及迷宫式密封
	与轴接触处的圆周速度/(m/s)			
	≤3	>3 ~ 5	>5 ~ 10	3.2 ~ 1.6
	0.8 ~ 0.4	0.8 ~ 0.4	0.8 ~ 0.2	

4. 几何公差

在轴的零件图上应标注必要的几何公差，以保证减速器的装配质量及工作性能。表 6.3 列出了轴上应标注的常用几何公差项目，供参考。轴的几何公差标注方法及公差值可参考设计手册，标注示例如图 6.2 所示。

表 6.3　轴的几何公差推荐项目

内容	项目	符号	精度等级	对工作性能影响
形状公差	与传动零件相配合直径的圆度	○	7 ~ 8	影响传动零件与轴配合的松紧及对中性
	与传动零件相配合直径的圆柱度	⌭		
	与轴承相配合直径的圆柱度	⌭	表 6.1	影响轴承与轴配合的松紧及对中性
跳动公差	齿轮的定位端面相对轴心线的端面圆跳动	↗	6 ~ 8	影响齿轮和轴承的定位及其受载均匀性
	轴承的定位端面相对轴心线的端面圆跳动		表 6.1	
	与传动零件配合的直径相对于轴心线的径向圆跳动		6 ~ 8	影响传动件的运转同心度
	与轴承相配合的直径相对于轴心线的径向圆跳动	↗	5 ~ 6	影响轴和轴承的运转同心度
位置公差	键槽侧面对轴中心线的对称度（要求不高时不注）	⌯	7 ~ 9	影响键受载的均匀性及装拆的难易

5. 技术要求

轴类零件图的技术要求通常包括：

1）对材料的力学性能和化学成分的要求，允许的代用材料等。

2）对材料的表面力学性能的要求，如热处理方法、热处理后的硬度、渗碳层深度及淬火硬化层深度等。

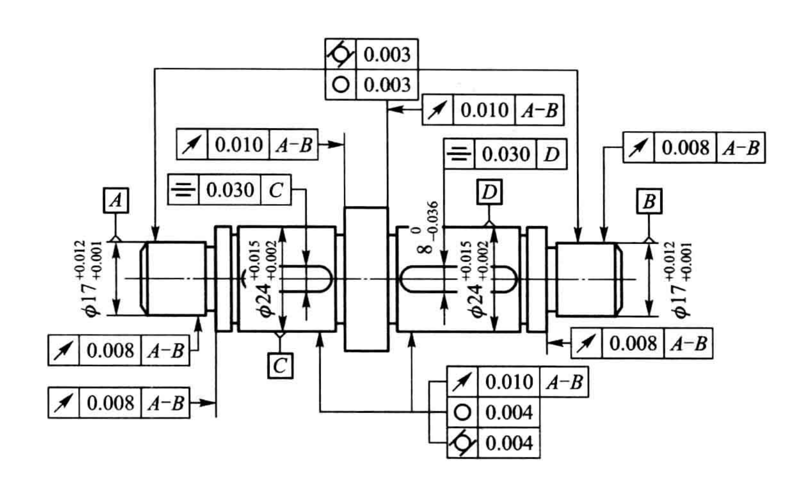


图 6.2　轴的几何公差标注示例

注:φ17 为与轴承配合直径,φ24 为与齿轮配合直径

3）对加工的要求。例如,是否要保留中心孔,若要保留中心孔,应在零件图上画出中心孔或按国家标准加以说明;是否与其他零件一起配合加工,如配钻或配铰等,若有要求也应加以说明。

4）对于未注明圆角、倒角的说明,以及对较长的轴要求进行毛坯校直等的说明。

实例可查附图 12.4。

三、　齿轮类零件工作图的设计要点

1. 视图

齿轮类零件一般需要两个视图,齿轮轴与蜗杆的视图与轴类零件图相似。为了表达齿形的有关特征及参数(如蜗杆的轴向齿距等),必要时应画出局部剖面图。若蜗轮为组合式结构,则需分别画出齿圈、轮体的零件图及蜗轮的组件图。

2. 标注尺寸

标注齿轮的尺寸时首先应选定基准面,基准面的尺寸和形状公差应严格规定,因为它影响到齿轮加工和检测的精度。

在切削齿轮的轮齿时,是以孔心线和端面作为基准的。当测量分度圆弦齿厚或固定弦齿厚时,其齿顶圆是测量基准。

当齿顶圆作为测量基准时,其顶圆直径公差按齿坯公差选取;当顶圆直径不作为测量基准时,尺寸公差按 IT11 给定,但不小于 $0.1m_n$(m_n 为法面模数)。

3. 表面粗糙度的确定

齿轮类零件的所有表面都应标明表面粗糙度,可从表 6.4 中选取相应的表面粗糙度 ***Ra*** 推荐值。

4. 几何公差的选定

轮坯的几何公差对齿轮类零件的传动精度影响很大,一般需标注的项目有:① 齿顶圆的径向圆跳动;② 基准端面对轴线的端面圆跳动;③ 键槽侧面对孔心线的对称度;④ 轴孔的圆柱度。

表 6.4　齿轮（蜗轮）轮齿表面粗糙度 *Ra* 推荐值　　μm

加工表面		传动精度等级			
		6	7	8	9
轮齿工作面	圆柱齿轮	√Ra1.6 ~ √Ra0.8	√Ra3.2 ~ √Ra0.8	√Ra3.2 ~ √Ra1.6	√Ra6.3 ~ √Ra3.2
	锥齿轮		√Ra1.6 ~ √Ra0.8		
	蜗杆及蜗轮				
齿顶圆		√Ra12.5 ~ √Ra3.2			
轴孔		√Ra3.2 ~ √Ra1.6			
与轴肩配合的端面		√Ra6.3 ~ √Ra3.2			
平键键槽		√Ra6.3 ~ √Ra3.2（工作面）　√Ra12.5（非工作面）			
齿圈与轮体的配合面		√Ra3.2 ~ √Ra1.6			
其他加工表面		√Ra12.5 ~ √Ra6.3			
非加工表面		◯√Ra100 ~ ◯√Ra50			

具体内容和精度等级可从表 6.5 的推荐项目中选取。

表 6.5　轮坯几何公差的推荐项目

项目	符号	精度等级	对工作性能的影响
圆柱齿轮以顶圆作为测量基准时齿顶圆的径向圆跳动 锥齿轮的齿顶圆锥的径向圆跳动 蜗轮外圆的径向圆跳动 蜗杆外圆的径向圆跳动	↗	按齿轮、蜗轮精度等级确定	影响齿厚的测量精度，并在切齿时产生相应的齿圈径向跳动误差。 导致传动件的加工中心与使用中心不一致，引起分齿不均。同时会使轴心线与机床的垂直导轨不平行而引起齿向误差
基准端面对轴线的端面圆跳动	↗		
键槽侧面对孔中心线的对称度	⌯	7 ~ 9	影响键侧面受载的均匀性
轴孔的圆度	○	7 ~ 8	影响传动零件与轴配合的松紧及对中性
轴孔的圆柱度	⌭		

5. 啮合参数表

啮合参数表的内容包括齿轮的主要参数及误差检验项目等。表 6.6 所示为圆柱齿轮啮合参数表的主要内容，其中误差检验项目和公差值可查有关齿轮精度的国家标准（如 GB/T 10095.1—2008，GB/T 10095.2—2008）。

表 6.6　啮合参数表

<table>
<tr><td>模数</td><td>$m(m_n)$</td><td></td><td colspan="2">精度等级</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>齿数</td><td>z</td><td></td><td colspan="2">相啮合齿轮图号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>压力角</td><td>α</td><td></td><td colspan="2">变位系数</td><td>x</td><td></td></tr>
<tr><td>齿顶高系数</td><td>h_a^*</td><td></td><td rowspan="6">误差检验项目</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>齿根高系数</td><td>$h_a^* + c^*$</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>齿全高</td><td>h</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>螺旋角</td><td>β</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>轮齿倾斜方向</td><td colspan="2">左或右</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

6. 技术要求

如零件图设计要点中所述。

对于锥齿轮零件图及圆柱蜗杆、蜗轮的零件图，可参考有关例图。锥齿轮的精度等级、误差检验项目及公差值按 GB/T 11365—1989 查取，圆柱蜗杆、蜗轮则按 GB/T 10089—1988 查取。

实例可查附图 12.9，附图 12.10，附图 12.16。

四、齿轮类零件结构型式

1. 齿轮的结构

齿轮的结构设计主要包括选择合理适用的结构型式，依据经验公式确定齿轮的轮毂、轮辐、轮缘等各部分的尺寸及绘制齿轮的零件工作图等。

常用的齿轮结构型式有以下几种：

1）齿轮轴

当圆柱齿轮的齿根圆至键槽底部的距离 $x \leqslant (2 \sim 2.5)m_n$，或当锥齿轮小端的齿根圆至键槽底部的距离 $x \leqslant (1.6 \sim 2)m$ 时，应将齿轮与轴制成一体，称为齿轮轴，如图 6.3 所示。

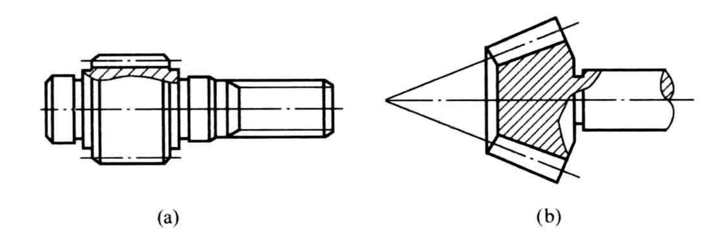


图 6.3　齿轮轴

2）实体式齿轮

当齿轮的齿顶圆直径 $d_a \leqslant 200$ mm，可采用实体式结构，如图 6.4 所示。这种结构型式的齿轮常用锻钢制造。

3）腹板式齿轮

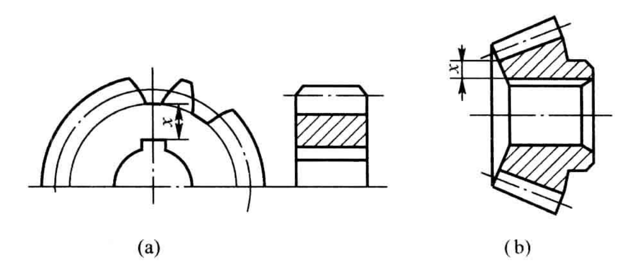


图 6.4　实体式齿轮

当齿轮的齿顶圆直径 $d_a = 200 \sim 500$ mm 时，可采用腹板式结构，如图 6.5 所示。这种结构的齿轮一般常用锻钢制造，其各部分尺寸由图中经验公式确定。

4）轮辐式齿轮

当齿轮的齿顶圆直径 $d_a > 500$ mm 时，可采用轮辐式结构，如图 6.6 所示。这种结构的齿轮常采用铸钢或铸铁制造，其各部分尺寸按图中经验公式确定。

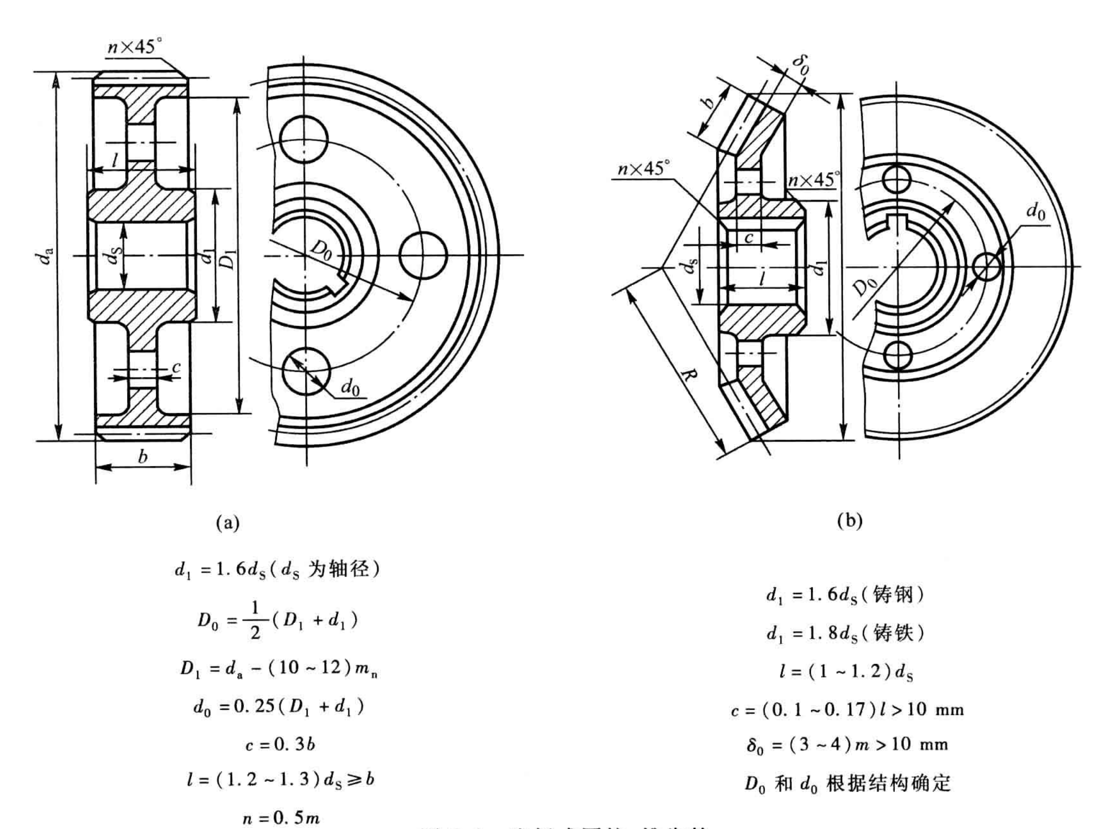


图 6.5　腹板式圆柱、锥齿轮

2. 蜗杆、蜗轮结构

蜗杆的直径较小，常和轴制成一个整体（图 6.7）。螺旋部分常用车削加工，也可用铣削加工。车削加工时需有退刀槽，因此刚性较差。

按材料和尺寸的不同蜗轮的结构分为多种型式，如图 6.8 所示。

$$d_1 = 1.6d_S \text{（铸钢）}$$

$$d_1 = 1.8d_S \text{（铸铁）}$$

$$D_1 = d_a - (10 \sim 12)m_n$$

$$h = 0.8d_S$$

$$h_1 = 0.8h$$

$$c = 0.2h$$

$$S = \frac{h}{6} \quad \text{（不小于 10 mm）}$$

$$l = (1.2 \sim 1.5)d_S$$

$$n = 0.5m_n$$

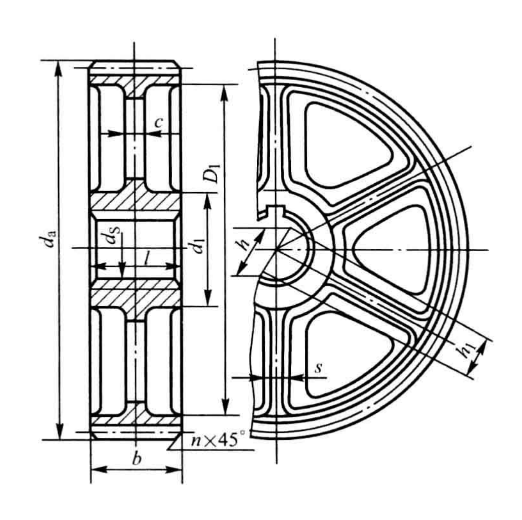


图 6.6　铸造轮辐式圆柱齿轮

1）整体式蜗轮（图 6.8a）

主要用于直径较小的青铜蜗轮或铸铁蜗轮。

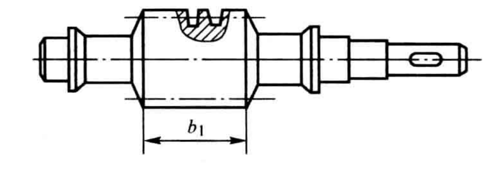


图 6.7　蜗杆轴

2）齿圈式蜗轮（图 6.8b）

为了节约贵重金属，直径较大的蜗轮常采用组合结构，齿圈用青铜材料，轮芯用铸铁或铸钢制造。两者采用 H7/r6 配合，并用 4～6 个直径为（1.2～1.5）m 的螺钉加固，m 为蜗轮模数。为便于钻孔，应将螺孔中心线向材料较硬的轮芯部分偏移 2～3 mm。这种结构用于尺寸不太大而且工作温度变化较小的场合。

3）螺栓连接式蜗轮（图 6.8c）

这种结构的齿圈与轮芯有普通螺栓或铰制孔用螺栓连接，由于装拆方便，常用于尺寸较大或磨损后需更换蜗轮齿圈的场合。

4）镶铸式蜗轮（图 6.8d）

将青铜轮缘铸在铸铁轮芯上，轮芯上制出榫槽，以防轴向滑动。

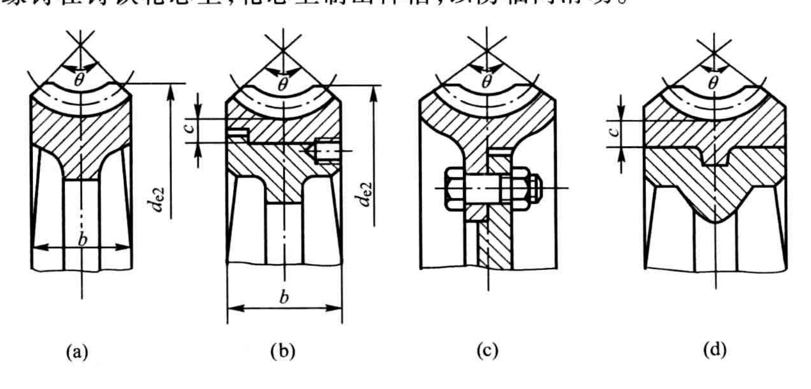
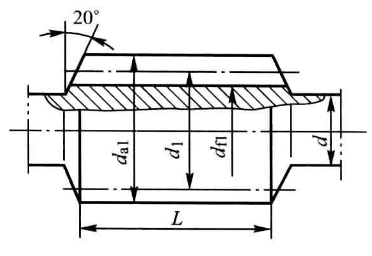
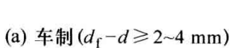


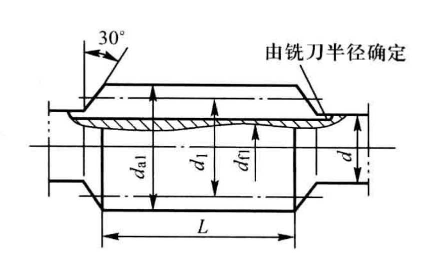
图 6.8　蜗轮结构

图 6.9 所示为蜗杆的结构及其尺寸，图 6.10 所示为蜗轮的结构及其尺寸。





(a) 车制($d_f-d\geqslant 2\sim 4$ mm)

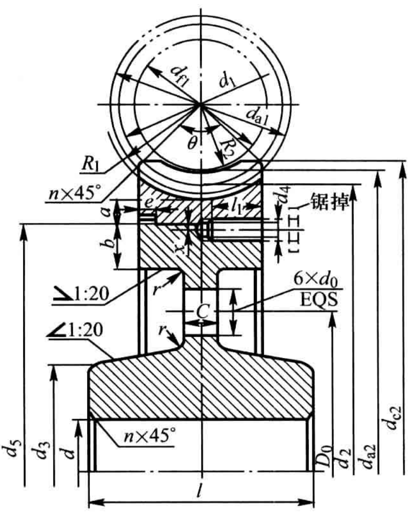


(b) 铣制(d可大于d_f)

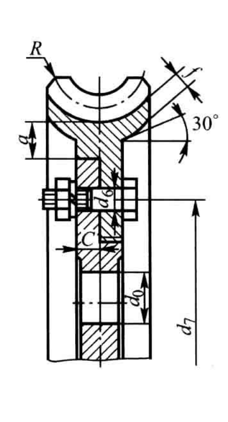
$L\geqslant 2m\sqrt{z_2+1}$(不变位)　　d_{a2}—蜗轮顶圆直径;m—模数

$L\geqslant\sqrt{d_{a2}^2+d_2^2}$(变位)　　d_2—蜗轮分度圆直径

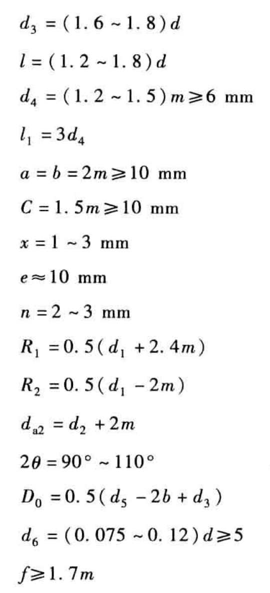
图 6.9　蜗杆的结构及其尺寸



(a) 装配式(六角头螺钉连接，$d_2>100$ mm)



(b) 装配式(铰制孔用螺栓连接)



$d_3=(1.6\sim1.8)d$

$l=(1.2\sim1.8)d$

$d_4=(1.2\sim1.5)m\geqslant 6$ mm

$l_1=3d_4$

$a=b=2m\geqslant 10$ mm

$C=1.5m\geqslant 10$ mm

$x=1\sim3$ mm

$e\approx 10$ mm

$n=2\sim3$ mm

$R_1=0.5(d_1+2.4m)$

$R_2=0.5(d_1-2m)$

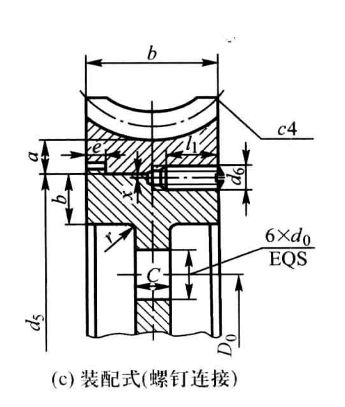
$d_{a2}=d_2+2m$

$2\theta=90°\sim110°$

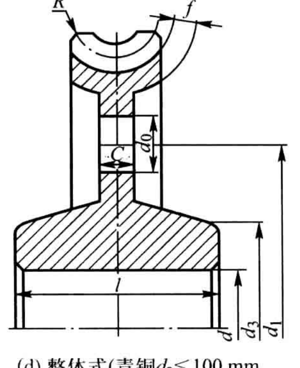
$D_0=0.5(d_5-2b+d_3)$

$d_6=(0.075\sim0.12)d\geqslant 5$

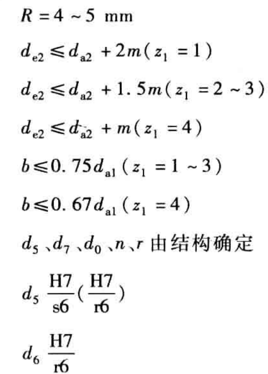
$f\geqslant 1.7m$



(c) 装配式(螺钉连接)



(d) 整体式(青铜$d_2\leqslant 100$ mm,
铸铁　$v_s\leqslant 2$ m/s, v_s— 滑动速度)



$R=4\sim5$ mm

$d_{e2}\leqslant d_{a2}+2m(z_1=1)$

$d_{e2}\leqslant d_{a2}+1.5m(z_1=2\sim3)$

$d_{e2}\leqslant d_{a2}+m(z_1=4)$

$b\leqslant 0.75d_{a1}(z_1=1\sim3)$

$b\leqslant 0.67d_{a1}(z_1=4)$

d_5、d_7、d_0、n、r 由结构确定

$d_5\ \frac{H7}{s6}(\frac{H7}{r6})$

$d_6\ \frac{H7}{r6}$

图 6.10　蜗轮的结构及其尺寸

五、 齿轮类零件精度等级的标注

圆柱齿轮精度按 GB/T 10095.1—2008,GB/T 10095.2—2008 标准执行,此标准为新标准,应替代 GB/T 10095—1988 标准,规定了 13 个精度等级,6 ~ 8 级为中精度等级。在齿轮标准中,齿轮误差、偏差统称为齿轮偏差,将偏差与公差共用一个符号表示,例如 F_α 既表示齿廓总偏差,又表示齿廓总公差。

齿轮精度等级标注示例:

7 GB/T 10095.1—2008,该标注含义为齿轮各项偏差项目均为 7 级精度,且符合 GB/T 10095.1—2008 要求。

$7F_p6(F_\alpha F_\beta)$GB/T 10095.1—2008,该标注含义为齿轮各项偏差项目均应符合 GB/T 10095.1—2008 要求,F_p 为 7 级精度,F_α、F_β 均为 6 级精度。

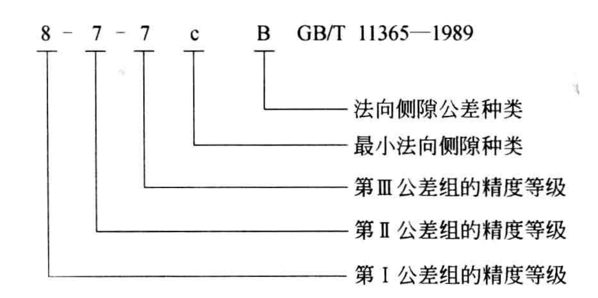
齿厚偏差标注仍按照 GB/T 6443—1986 的规定,应将齿厚(或公法线长度)及其极限偏差值写在图样右上角的参数表中,而不写在上述的精度等级标注示例中。

锥齿轮精度按 GB/T 11365—1989 标准执行,其标注示例:

1) 齿轮的三个公差组精度同为 7 级,最小法向侧隙种类为 b,法向侧隙公差种类为 B:

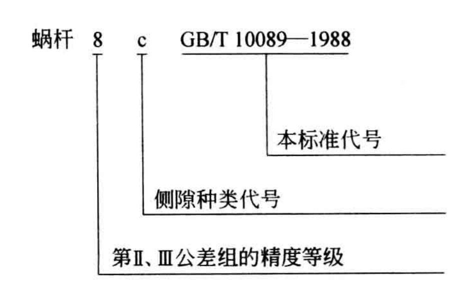
7bB GB/T 11365—1989

2) 齿轮的第 Ⅰ 公差组精度为 8 级,第 Ⅱ 、Ⅲ 公差组精度为 7 级,最小法向侧隙种类为 c,法向侧隙公差种类为 B:



圆柱蜗杆、蜗轮精度按 GB/T 10089—1988 标准执行,其标注示例:

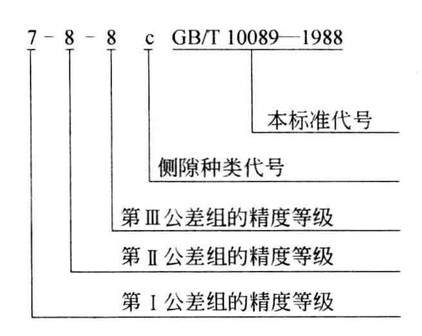
1) 蜗杆的第 Ⅱ 、Ⅲ 公差组的精度为 8 级,齿厚极限偏差为标准值,相配的侧隙种类为 c,则标注为:



若蜗杆齿厚极限偏差为非标准值，如上偏差 -0.27，下偏差为 -0.40，则标注为：

$$蜗杆\quad 8\begin{pmatrix}-0.27\\-0.04\end{pmatrix}\quad GB/T\ 10089—1988$$

2）蜗轮的第Ⅰ公差组的精度为 7 级，第Ⅱ、Ⅲ公差组的精度为 8 级，齿厚极限偏差为标准值，相配的侧隙种类为 c，则标注为：

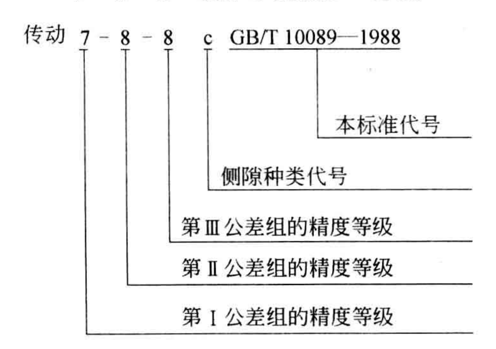


若蜗轮的三个公差组的精度同为 8 级，其他同上，则标注为：

8c GB/T 10089—1988

若蜗轮齿厚无公差要求，则标注为：

7 -8 -8 GB/T 10089—1988



3）传动的第Ⅰ公差组的精度为 7 级，第Ⅱ、Ⅲ公差组的精度为 8 级，侧隙种类为 c，则标注为：

若传动的三个公差组的精度同为 8 级，侧隙种类为 c，则标注为：

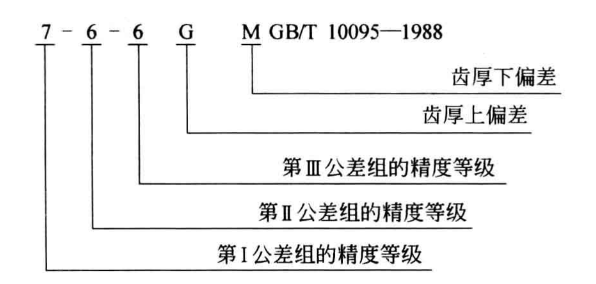
传动 8c GB/T 10089—1988

若侧隙为非标准值时，如 j_{min} = 0.03 mm，j_{max} = 0.06 mm，则标注为：

$$传动\ 7-8-8\begin{pmatrix}0.03\\0.06\end{pmatrix}\quad GB/T\ 10089—1988$$

另附：圆柱齿轮精度按 GB/T 10095—1988 标准（旧标准）执行，其标注示例：

1）齿轮第Ⅰ公差组精度为 7 级，第Ⅱ公差组精度为 6 级，第Ⅲ公差组精度为 6 级，齿厚上偏差为 G，齿厚下偏差为 M：



2）齿轮的三个公差组精度同为 7 级，其齿厚上偏差为 F，下偏差为 L：

7FL GB/T 10095—1988

3）齿轮的三个公差组精度同为 4 级，其齿厚上偏差为 -330 μm，下偏差为 -495 μm：

$$4\begin{pmatrix}-0.330\\-0.495\end{pmatrix}\quad \text{GB/T 10095—1988}$$

第7章 编写设计计算说明书和准备答辩

设计计算说明书既是图纸设计的理论依据又是设计计算的总结,也是审核设计是否合理的技术文件之一。因此,编写设计计算说明书是设计工作的一个重要环节。

设计计算说明书要求计算正确,论述清楚,文字简练,书写工整。对计算内容只需写出计算公式,再代入数值(运算和简化过程不必写),最后写清计算结果、标注单位并写出结论(如"强度足够"、"在允许范围内"等)。对于主要的计算结果,在说明书的右侧一栏填写,使其醒目突出。

说明书中还应包括有关的简图,如传动方案简图、轴的受力分析图、弯矩图、传动件草图等。说明书中所引用的重要公式或数据,应注明来源、参考资料的编号和页码。对每一自成单元的内容,都应有大小标题。

说明书要用16开纸书写,要标出页码,编好目录,做好封面,最后装订成册。

设计计算说明书的主要内容大致包括:

1) 目录(标题及页码);

2) 设计任务书(附传动方案简图);

3) 传动方案的分析;

4) 电动机的选择;

5) 传动装置运动及动力参数计算;

6) 传动零件的设计计算;

7) 轴的计算;

8) 滚动轴承的选择和计算;

9) 键连接的选择和计算;

10) 联轴器的选择;

11) 润滑方式、润滑油牌号及密封装置的选择;

12) 参考资料(资料编号 主要责任者. 书名. 版本. 出版地: 出版单位,出版年.)。

书写格式示例如下表:

计算及说明	结果
四、齿轮传动计算 1. 高速级齿轮传动的校核计算 (1) 齿轮的主要参数和几何尺寸 模数 $m=2$ mm,齿数 $z_1=29$, $z_2=101$ …………………… …………………… ……………………	齿轮计算公式和有关数据皆引自[×]××~××页。 主要参数: $m=2$ mm $z_1=29$ $z_2=101$

计算及说明	结果
中心距 $a=\frac{m(z_1+z_2)}{2}=\frac{2(29+101)}{2}$ mm $=130$ mm	$a=130$ mm
齿宽 $b_1=40$ mm；$b_2=35$ mm 传动比 $i=3.48$ ……………………… ……………………… ………………………	$b_1=40$ mm $b_2=35$ mm $i=3.48$
（2）齿轮的材料和硬度 ………………… ………………… （3）许用应力 ………………… ………………… （4）小齿轮转矩 T_1 ………………… ………………… （5）载荷系数 K ………………… ………………… （6）齿面接触疲劳强度计算 接触应力 $\sigma_H=\cdots$ $=\cdots$ $=\cdots<[\sigma_H]$	公式引自［×］ $\sigma_H<[\sigma_H]$
（7）齿根弯曲疲劳强度计算 弯曲应力 $\sigma_F=\cdots$ $=\cdots$ $=\cdots\ll[\sigma_F]$ 校核结果：轮齿弯曲强度裕度较大，但因模数不宜再取小，故齿轮的参数和尺寸维持原始结果不变。 ………………… ………………… ………………… 六、轴的计算 ………………… ………………… ………………… (a) (b) xAy 平面 M_z (c) xAz 平面 M_y (d) 合成弯矩 M (e) 扭矩 T (f) 图 x	公式引自［×］ $\sigma_F\ll[\sigma_F]$
2. 中间轴的计算 轴的跨度、齿轮在轴上的位置及轴的受力如图 x 中 a 图所示。 …………………	轴的计算公式和有关数据皆引自［×］××～××页

续表

计算及说明	结果
…………………	
…………………	
(3) 轴的弯矩	
xAy 平面	
C 断面 $M_{Cz}=F_{Ay}\times 50\ \text{mm}=1\ 490\times 50\ \text{N}\cdot\text{mm}=74.5\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$	
D 断面 $M_{Dz}=F_{By}\times 65\ \text{mm}=1\ 740\times 65\ \text{N}\cdot\text{mm}=113\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$	
xAz 平面	
C 断面 $M_{Cy}=F_{Az}\times 50\ \text{mm}=76\times 50\ \text{N}\cdot\text{mm}=3.8\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$	
D 断面 $M_{Dy}=F_{Bz}\times 65\ \text{mm}=460\times 65\ \text{N}\cdot\text{mm}=29\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$	
合成弯矩	
C 断面 $M_C=\sqrt{M_{Cz}^2+M_{Cy}^2}=\sqrt{(74.5\times 10^3)^2+(3.8\times 10^3)^2}\ \text{N}\cdot\text{mm}$ $=74.6\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$	$M_C=74.6\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$
D 断面 $M_D=\sqrt{M_{Dz}^2+M_{Dy}^2}=\sqrt{(113\times 10^3)^2+(29\times 10^3)^2}\ \text{N}\cdot\text{mm}$ $=116\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$	$M_D=116\times 10^3\ \text{N}\cdot\text{mm}$

答辩是课程设计的最后一个环节，是检查学生实际掌握知识的情况和设计的成果，评定设计成绩的一个重要方面。学生完成设计后，应及时做好答辩的准备。通过准备答辩可以对设计过程进行全面的分析和总结，发现存在的问题，因此准备答辩是一个再提高的过程。

答辩前，应认真整理和检查全部图纸和说明书，进行系统、全面的回顾和总结。搞清设计中每一个数据、公式的使用，弄懂图纸上的结构设计问题，每一线条的画图依据以及技术要求等其他问题。做好总结可以把还不懂或尚未考虑到的问题搞懂、弄透，以取得更大的收获。总结可以书面形式写在计算书的最后一页，以便老师查阅。

最后把图纸叠好，说明书装订好，放在图纸袋内准备答辩。

图纸的折叠方法及图纸袋封面的写法参见图 7.1 及图 7.2。

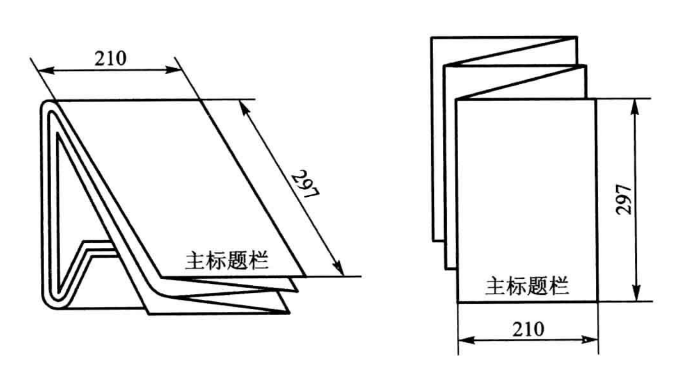


图 7.1　图纸折叠方法

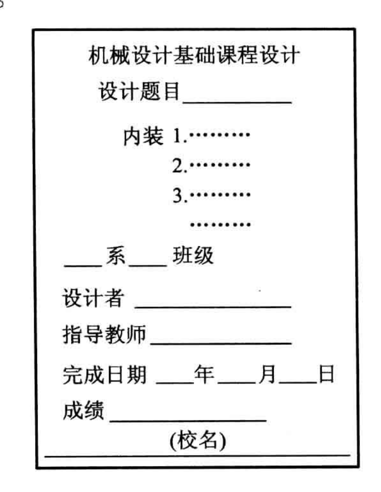
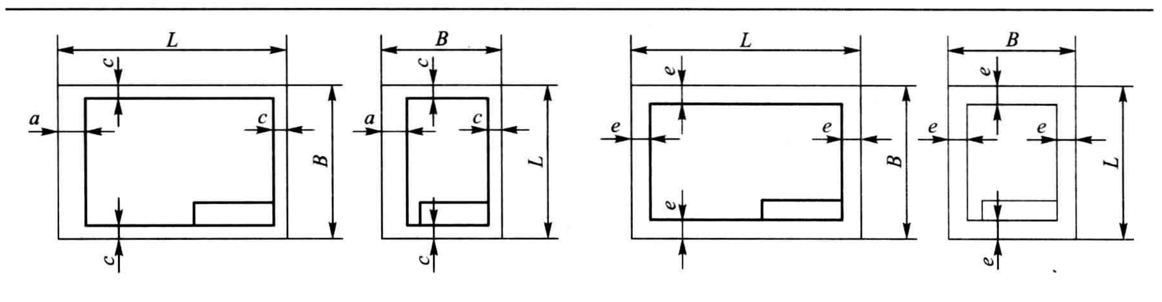


图 7.2　图纸袋封面书写格式

附录 1　一般标准

附表 1.1　图纸幅面、图样比例



<table>
<tr><th colspan="7">图纸幅面(GB/T 14689—2008 摘录)/mm</th><th colspan="3">图样比例(GB/T 14690—2008)</th></tr>
<tr><th colspan="5">基本幅面(第一选择)</th><th colspan="2">加长幅面(第二选择)</th><th>原值比例</th><th>缩小比例</th><th>放大比例</th></tr>
<tr><td>幅面代号</td><td>$B\times L$</td><td>a</td><td>c</td><td>e</td><td>幅面代号</td><td>$B\times L$</td><td rowspan="2">1:1</td><td rowspan="2">1:2　$1:2\times10^{n}$
1:5　$1:5\times10^{n}$
1:10　$1:1\times10^{n}$</td><td rowspan="2">5:1　$5\times10^{n}:1$
2:1　$2\times10^{n}:1$
$1\times10^{n}:1$</td></tr>
<tr><td>A0</td><td>841×1 189</td><td rowspan="5">25</td><td rowspan="3">10</td><td rowspan="2">20</td><td>A3×3</td><td>420×891</td></tr>
<tr><td>A1</td><td>594×841</td><td>A3×4</td><td>420×1 189</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">必要时允许选取
1:1.5　$1:1.5\times10^{n}$
1:2.5　$1:2.5\times10^{n}$
1:3　$1:3\times10^{n}$
1:4　$1:4\times10^{n}$
1:6　$1:6\times10^{n}$</td><td rowspan="4">必要时允许选取
4:1　$4\times10^{n}:1$
2.5:1　$2.5\times10^{n}:1$
n——正整数</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>420×594</td><td rowspan="3">10</td><td>A4×3</td><td>297×630</td></tr>
<tr><td>A3</td><td>297×420</td><td rowspan="2">5</td><td>A4×4</td><td>297×841</td></tr>
<tr><td>A4</td><td>210×297</td><td>A4×5</td><td>297×1 051</td></tr>
</table>

注:1. 加长幅面的图框尺寸,按比所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如对 A3×4,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10);

2. 加长幅面(第三选择)的尺寸见 GB/T 14689—2008。

附表 1.2　常用材料极限强度的近似关系　MPa

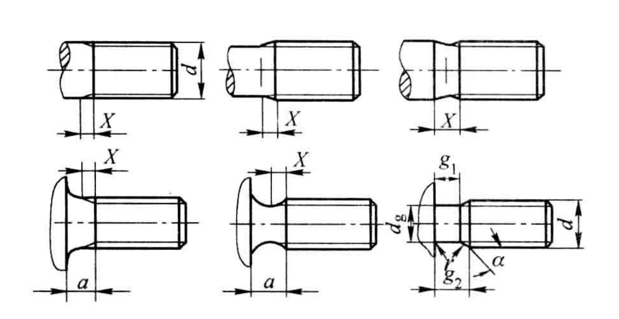
材料名称	极限强度					
	对称应力疲劳极限			脉动应力疲劳极限		
	拉伸疲劳极限 σ_{-1t}	弯曲疲劳极限 σ_{-1}	扭转疲劳极限 τ_{-1}	拉伸脉动疲劳极限 σ_{0t}	弯曲脉动疲劳极限 σ_{0}	扭转脉动疲劳极限 τ_{0}
结构钢	$\approx0.3\sigma_b$	$\approx0.43\sigma_b$	$\approx0.25\sigma_b$	$\approx1.42\sigma_{-1t}$	$\approx1.33\sigma_{-1}$	$\approx1.5\tau_{-1}$
铸铁	$\approx0.225\sigma_b$	$\approx0.45\sigma_b$	$\approx0.36\sigma_b$	$\approx1.42\sigma_{-1t}$	$\approx1.35\sigma_{-1}$	$\approx1.35\tau_{-1}$
铝合金	$\approx\frac{\sigma_b}{6}+$ 73.5 MPa	$\approx\frac{\sigma_b}{6}+$ 73.5 MPa	$\approx(0.55\sim0.58)\sigma_{-1}$	$\approx1.5\sigma_{-1t}$		

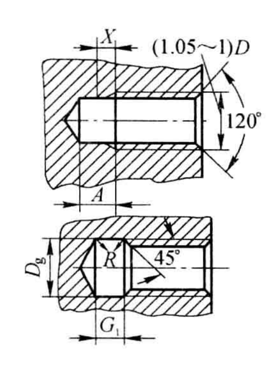
附表 1.3　常用法定计量单位及换算关系

量的名称	法定计量单位		非法定计量单位		换算关系
	名称	符号	名称	符号	
转速	转每分	r/min			1 r/min = (1/60) r/s
长度	米	m	埃 英寸	Å in	1 Å = 0.1 nm = 10^{-10} m 1 in = 0.025 4 m = 25.4 mm
面积	平方米	m^2			
体积、容积	立方米 升	m^3 l, L (1 l = 1 dm^3)	立方英尺 加仑(英) 加仑(美)	ft^3 gal(英) gal(美)	1 ft^3 = 0.028 316 8 m^3 = 28.316 8 dm^3 1 gal(英) = 4.546 09 dm^3 1 gal(美) = 3.785 41 dm^3
质量	千克(公斤) 吨	kg t	磅 长吨、英吨	lb	1 lb = 0.453 592 37 kg 1 英吨 = 1 长吨 = 1 016.05 kg
力、重力	牛[顿]	N	达因 千克力 吨力	dyn kgf tf	1 dyn = 10^{-5} N 1 kgf = 9.806 65 N 1 tf = 9.806 65 × 10^3 N
力矩	牛[顿]米	N · m	千克力米	kgf · m	1 kgf · m = 9.806 65 N · m
压力、压强	帕[斯卡]	Pa	巴 标准大气压 约定毫米汞柱 工程大气压	bar atm mmHg at(kgf/cm^2)	1 bar = 0.1 MPa = 10^5 Pa(1 Pa = 1 N/m^2) 1 atm = 101 325 Pa 1 mmHg = 133.322 4 Pa 1 at = 1 kgf/cm^2 = 9.806 65 × 10^4 Pa
应力			千克力每平方毫米	kgf/mm^2	1 kgf/mm^2 = 9.806 65 × 10^6 Pa
[动力]粘度	帕[斯卡]秒	Pa · s	泊	P	1 P = 0.1 Pa · s
运动粘度	二次方米每秒	m^2/s	斯[托克斯]	St	1 St = 1 cm^2/s = $10^{-4} m^2/s$
能[量],功热量	焦[耳]	J	千克力米 尔格 热化学卡	kgf · m erg cal_{th}	1 kgf · m = 9.806 65 J 1 erg = 10^{-7} J 1 cal_{th} = 4.184 0 J
功率	瓦[特]	W	[米制]马力		1[米制]马力 = 735.498 75 W
比热容	焦[耳]每千克开[尔文]	J/(kg · K)			
传热系数	瓦[特]每平方米开[尔文]	W/(m^2 · K)			
热导率(导热系数)	瓦[特]每米开[尔文]	W/(m · K)			

附表 1.4　普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角

mm



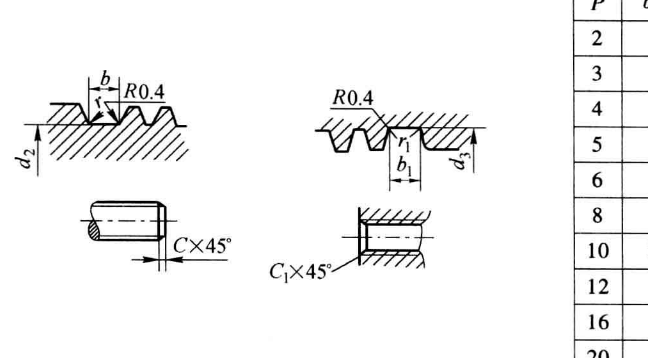


螺距 P	外螺纹 收尾 X max 一般	短的	肩距 a max 一般	长的	短的	退刀槽 g_2 max	g_1 min	r ≈	d_g	内螺纹 收尾 X max 一般	短的	肩距 A 一般	长的	退刀槽 G_1 一般	短的	R ≈	D_g
0.5	1.25	0.7	1.5	2	1	1.5	0.8	0.2	d − 0.8	2	1	3	4	2	1	0.2	D + 0.3
0.6	1.5	0.75	1.8	2.4	1.2	1.8	0.9	0.4	d − 1	2.4	1.2	3.2	4.8	2.4	1.2	0.3	
0.7	1.75	0.9	2.1	2.8	1.4	2.1	1.1		d − 1.1	2.8	1.4	3.5	5.6	2.8	1.4	0.4	
0.75	1.9	1	2.25	3	1.5	2.25	1.2		d − 1.2	3	1.5	3.8	6	3	1.5	0.4	
0.8	2	1	2.4	3.2	1.6	2.4	1.3		d − 1.3	3.2	1.6	4	6.4	3.2	1.6	0.4	
1	2.5	1.25	3	4	2	3	1.6	0.6	d − 1.6	4	2	5	8	4	2	0.5	D + 0.5
1.25	3.2	1.6	4	5	2.5	3.75	2		d − 2	5	2.5	6	10	5	2.5	0.6	
1.5	3.8	1.9	4.5	6	3	4.5	2.5	0.8	d − 2.3	6	3	7	12	6	3	0.8	
1.75	4.3	2.2	5.3	7	3.5	5.25	3	1	d − 2.6	7	3.5	9	14	7	3.5	0.9	
2	5	2.5	6	8	4	6	3.4		d − 3	8	4	10	16	8	4	1	
2.5	6.3	3.2	7.5	10	5	7.5	4.4	1.2	d − 3.6	10	5	12	18	10	5	1.2	
3	7.5	3.8	9	12	6	9	5.2	1.6	d − 4.4	12	6	14	22	12	6	1.5	
3.5	9	4.5	10.5	14	7	10.5	6.2		d − 5	14	7	16	24	14	7	1.8	
4	10	5	12	16	8	12	7	2	d − 5.7	16	8	18	26	16	8	2	
4.5	11	5.5	13.5	18	9	13.5	8	2.5	d − 6.4	18	9	21	29	18	9	2.2	
5	12.5	6.3	15	20	10	15	9		d − 7	20	10	23	32	20	10	25	
5.5	14	7	16.5	22	11	17.5	11	3.2	d − 7.7	22	11	25	35	22	11	2.8	
6	15	7.5	18	24	12	18	11		d − 8.3	24	12	28	38	24	12	3	

注:1. 外螺纹倒角一般为 45°,也可采用 60°或 30°倒角;倒角深度应大于或等于牙型高度,过渡角 α 应不小于 30°。内螺纹入口端面的倒角一般为 120°,也可采用 90°倒角。端面倒角直径为(1.05 ~ 1)D(D 为螺纹公称直径)。

2. 应优先选用"一般"长度的收尾和肩距。

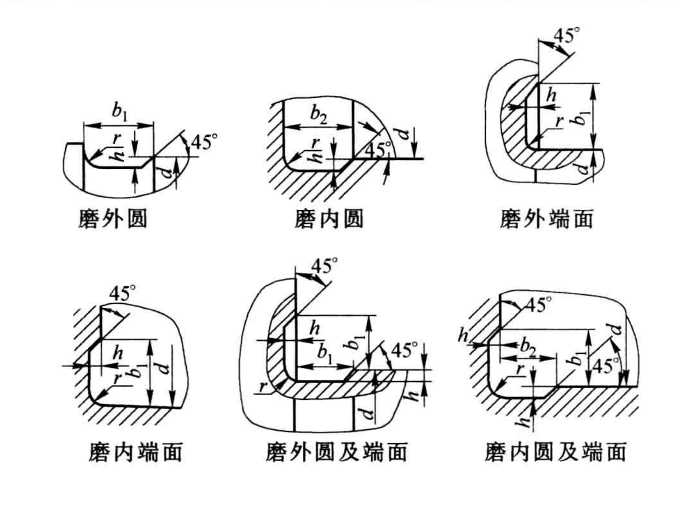
附表 1.5　单头梯形外螺纹与内螺纹的退刀槽　mm



P	$b=b_1$	d_2	d_3	$r=r_1$	$C=C_1$
2	2.5	$d-3$	$d+1$	1	1.5
3	4	$d-4$			2
4	5	$d-5.1$	$d+1.1$	1.5	2.5
5	6.5	$d-6.6$	$d+1.6$		3
6	7.5	$d-7.8$	$d+1.8$	2	3.5
8	10	$d-9.8$		2.5	4.5
10	12.5	$d-12$	$d+2$	3	5.5
12	15	$d-14$			6.5
16	20	$d-19.2$	$d+3.2$	4	9
20	24	$d-23.5$	$d+3.5$	5	11

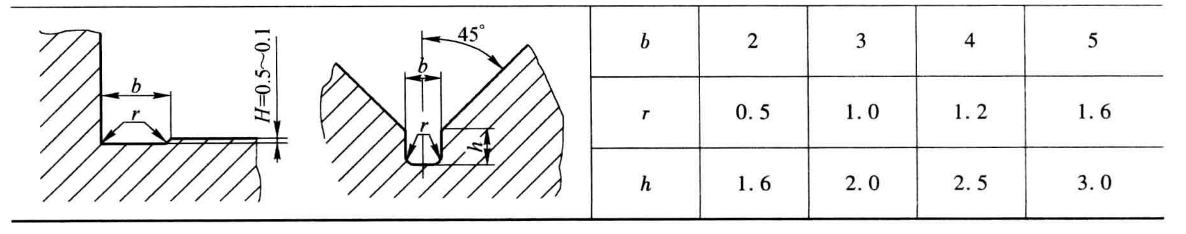
附表 1.6　砂轮越程槽（GB/T 6403.5—2008 摘录）　mm

回转面及端面砂轮越程槽的形式及尺寸



b_1	0.6	1.0	1.6	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	10
b_2	2.0	3.0		4.0		5.0		8.0	10
h	0.1	0.2		0.3	0.4		0.6	0.8	1.2
r	0.2	0.5		0.8	1.0		1.6	2.0	3.0
d		~10		>10~50		>50~100		>100	

平面砂轮及 V 形砂轮越程槽



b	2	3	4	5
r	0.5	1.0	1.2	1.6
h	1.6	2.0	2.5	3.0

附表 1.7　标准尺寸(直径、长度、高度等)(GB/T 2822—2005 摘录)　mm

R			R′			R			R′		
R10	R20	R40	R′10	R′20	R′40	R10	R20	R40	R′10	R′20	R′40
2.50	2.50		2.5	2.5				60.0			60
	2.80			2.8		63.0	63.0	63.0	63	63	63
3.15	3.15		3.0	3.0				67.0			67
	3.55			3.5			71.0	71.0		71	71
4.00	4.00		4.0	4.0				75.0			75
	4.50			4.5		80.0	80.0	80.0	80	80	80
5.00	5.00		5.0	5.0				85.0			85
	5.60			5.5			90.0	90.0		90	90
6.30	6.30		6.0	6.0				95.0			95
	7.10			7.0		100	100	100	100	100	100
8.00	8.00		8.0	8.0				106			105
	9.00			9.0			112	112		110	110
10.0	10.0		10.0	10.0				118			120
	11.2			11		125	125	125	125	125	125
12.5	12.5	12.5	12	12	12			132			130
		13.2			13		140	140		140	140
	14.0	14.0		14	11			150			150
		15.0			15	160	160	160	160	160	160
16.0	16.0	16.0	16	16	16			170			170
		17.0			17		180	180		180	180
	18.0	18.0		18	18			190			190
		19.0			19	200	200	200	200	200	200
20.0	20.0	20.0	20	20	20			212			210
		21.2			21		224	224		220	220
	22.4	22.4		22	22			236			240
		23.6			24	250	250	250		250	250
25.0	25.0	25.0	25	25	25			265			260
		26.5			26		280	280		280	280
	28.0	28.0		28	28			300			300
		30.0			30	315	315	315	320	320	320
31.5	31.5	31.5	32	32	32			335			310
		33.5			34		355	355		360	360
	35.5	35.5		36	36			375			380
		37.5			38	400	400	400	400	400	400
40.0	40.0	40.0	40	40	40			425			420
		42.5			42		450	450		450	450
	45.0	45.0		45	45			475			480
		47.5			48	500	500	500	500	500	500
50.0	50.0	50.0	50	50	50			530			530
		53.0			53		560	560		560	560
	56.0	56.0		56	56			600			600

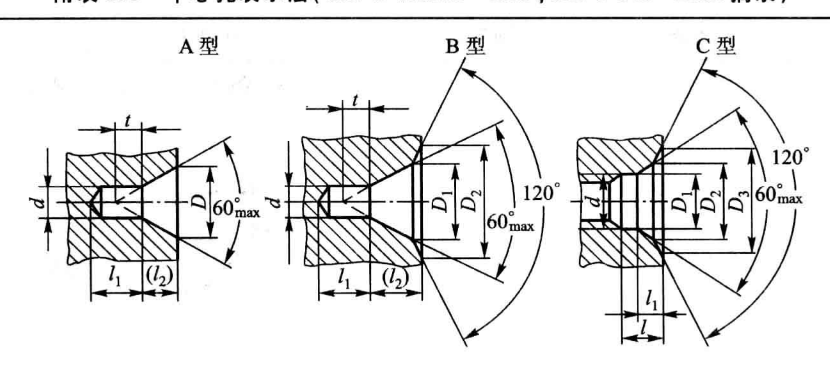
续表

R			R′			R			R′		
R10	R20	R40	R′10	R′20	R′40	R10	R20	R40	R′10	R′20	R′40
630	630	630	630	630	630		1 120	1 120			
		670			670			1 180			
	710	710		710	710	1 250	1 250	1 250			
		750			750			1 320			
800	800	800	800	800	800		1 400	1 400			
		850			850			1 500			
	900	900		900	900	1 600	1 600	1 600			
		950			950			1 700			
1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000		1 800	1 800			
		1 060						1 900			

注:1. 选择系列及单个尺寸时,应首先在优先数系 R 系列中选用标准尺寸,选用顺序为:R10、R20、R40。如果必须将数值圆整,可在相应的 R′系列中选用标准尺寸;

2. 本标准适用于机械制造业中有互换性或系列化要求的主要尺寸,其他结构尺寸也应尽量采用。对于由主要尺寸导出的因变量尺寸和工艺上工序间的尺寸,不受本标准限制。对已有专用标准规定的尺寸,可按专用标准选用。

附表 1.8　中心孔表示法(GB/T 4459.5—1999,GB/T 145—2001 摘录)



mm

要求	符号	表示法示例	说明
在完工的零件上要求保留中心孔		GB/T 4459.5–B2.5/8	采用 B 型中心孔 $d = 2.5, D_2 = 8$ 在完工的零件上要求保留
在完工的零件上可以保留中心孔		GB/T 4459.5–A4/8.5	采用 A 型中心孔 $d = 4, D = 8.5$ 在完工的零件上是否保留都可以
在完工的零件上不允许保留中心孔		GB/T 4459.5–A1.6/3.35	采用 A 型中心孔 $d = 1.6, D = 3.35$ 在完工的零件上不允许保留

附表 1.9　中心孔的有关尺寸(GB/T 145—2001 摘录)　　　mm

d	形式						选择中心孔的参考数据（非标准内容）		
	A		B		C		D_{min}	D_{max}	$G/(10^3\,kg)$
	D☆	l_2☆	D_2★	l_2★	d	D_1			
1.6	3.35	1.52	5.0	1.99			6	>8~10	0.1
2.0	4.25	1.95	6.3	2.54			8	>10~18	0.12
2.5	5.3	2.42	8.0	3.20			10	>18~30	0.2
3.15	6.7	3.07	10.0	4.03	M3	5.8	12	>30~50	0.5
4.0	8.5	3.90	12.5	5.05	M4	7.4	15	>50~80	0.8
(5.0)	10.6	4.85	16.0	6.41	M5	8.8	20	>80~120	1.0
6.3	13.2	5.98	18.0	7.36	M6	10.5	25	>120~180	1.5
(8.0)	17.0	7.79	22.4	9.36	M8	13.2	30	>180~220	2.0
10.0	21.2	9.70	28.0	11.66	M10	16.3	42	>220~260	3.0

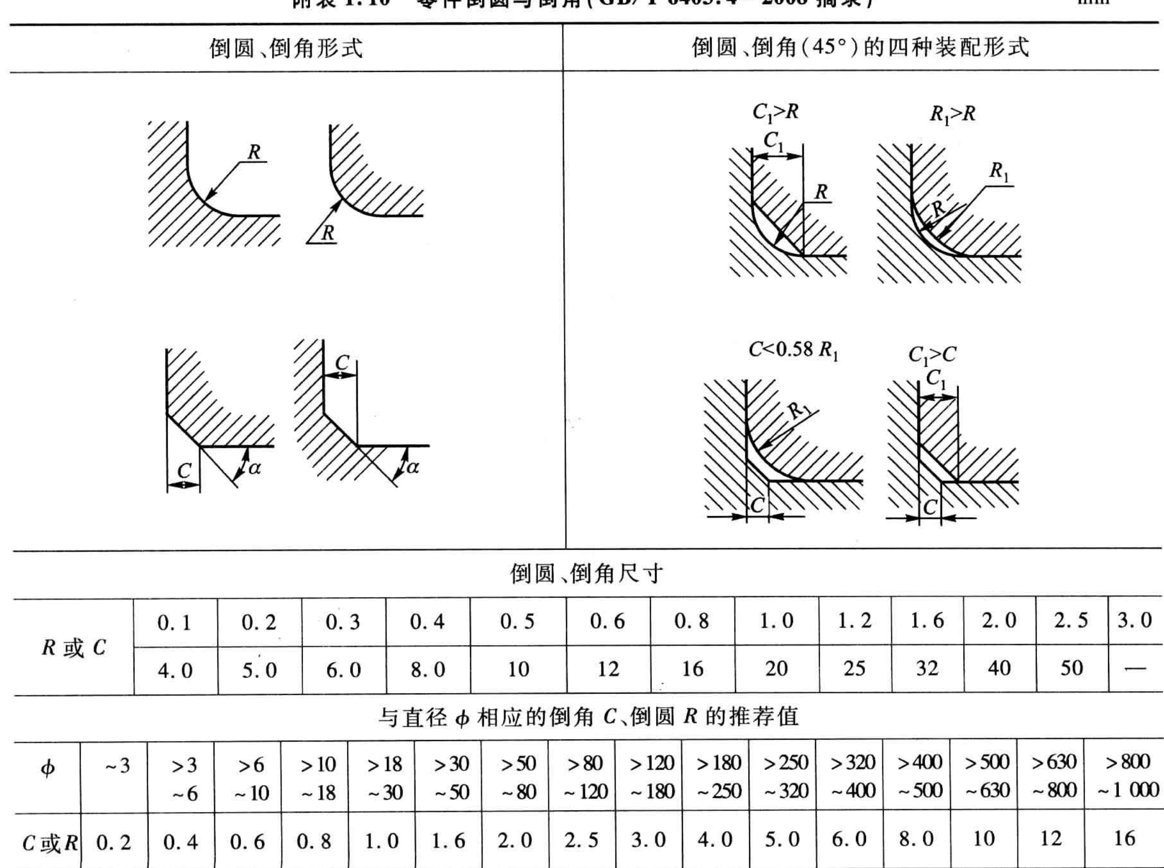
注:1. 括号内的尺寸尽量不采用;

2. D_{min}——原料端部最小直径;D_{max}——轴状材料最大直径;G——工件最大质量。(表中字母的含义见附表 1.8 图中所示);

3. ☆ 表示任选其一; ★ 表示任选其一。

附表 1.10　零件倒圆与倒角(GB/T 6403.4—2008 摘录)　　　mm

倒圆、倒角形式	倒圆、倒角(45°)的四种装配形式



倒圆、倒角尺寸

R 或 C	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0
	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25	32	40	50	—

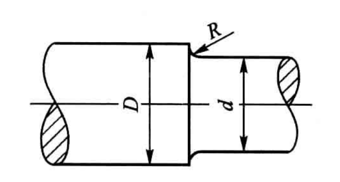
与直径 ϕ 相应的倒角 C、倒圆 R 的推荐值

ϕ	~3	>3~6	>6~10	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180	>180~250	>250~320	>320~400	>400~500	>500~630	>630~800	>800~1 000
C 或 R	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16

内角倒角,外角倒圆时 C_{max}与 R_1 的关系																						
R_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25
C_{max} ($C<0.58R_1$)	—	0.1		0.2		0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12

注:α 一般采用 45°,也可采用 30°或 60°。

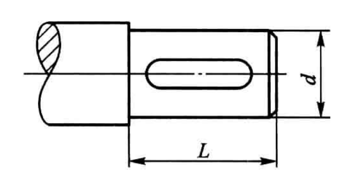
附表 1.11　圆形零件自由表面过渡圆角(参考)　　mm



$D-d$	2	5	8	10	15	20	25	30	35	40
R	1	2	3	4	5	8	10	12	12	16
$D-d$	50	55	65	70	90	100	130	140	170	180
R	16	20	20	25	25	30	30	40	40	50

注:尺寸 $D-d$ 是表中数值的中间值时,则按较小尺寸来选取 R。例:$D-d$ =98 mm,则按 90 mm 选 R =25 mm。

附表 1.12　圆柱形轴伸(GB/T 1569—2005 摘录)　　mm

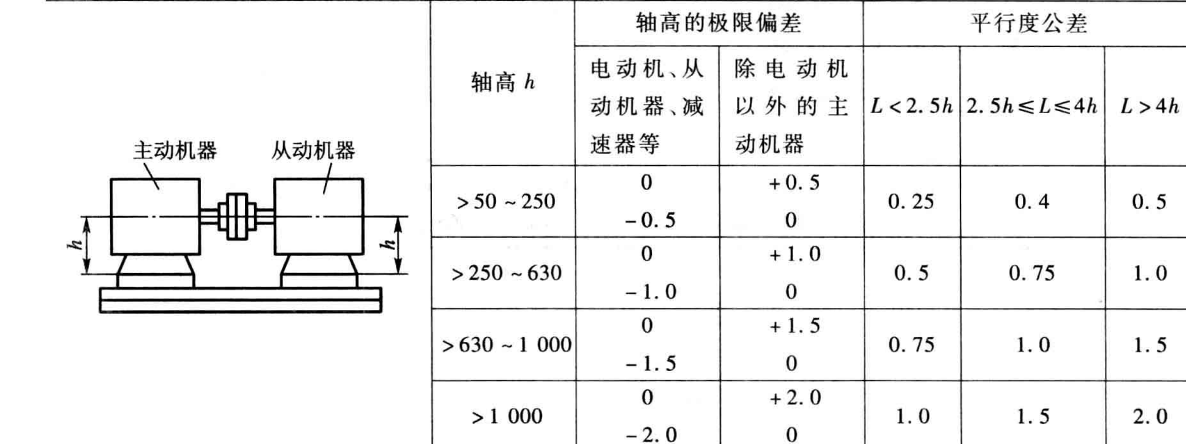


d	L 长系列	L 短系列
12,14	30	25
16,18,19	40	28
20,22,24	50	36
25,28	60	42
30,32,35,38	80	58
40,42,45,48,50,55,56	110	82
60,63,65,70,71,75	140	105
80,85,90,95	170	130
100,110,120,125	210	165
130,140,150	250	200
160,170,180	300	240
190,200,220	350	280
400,420,440,450,460,480,500	650	540
530,560,600,630	800	680

d 的极限偏差			
d	6 ~30	32 ~50	55 ~630
极限偏差	j6	k6	m6

附表 1.13　机器轴高(GB/T 12217—2005 摘录)　mm

系列	轴高的基本尺寸 h
Ⅰ	25,40,63,100,160,250,400,630,1 000,1 600
Ⅱ	25,32,40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400,500,630,800,1 000,1 250,1 600
Ⅲ	25,28,32,36,40,45,50,56,63,71,80,90,100,112,125,140,160,180,200,225,250,280,315,355,400,450,500,560,630,710,800,900,1 000,1 120,1 250,1 400,1 600
Ⅳ	25,26,28,30,32,34,36,38,40,42,45,48,50,53,56,60,63,67,71,75,80,85,90,95,100,105,112,118,125,132,140,150,160,170,180,190,200,212,225,236,250,265,280,300,315,335,355,375,400,425,450,475,500,530,560,600,630,670,710,750,800,850,900,950,1 000,1 060,1 120,1 180,1 250,1 320,1 400,1 500,1 600

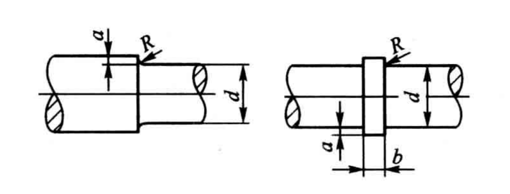


轴高 h	轴高的极限偏差		平行度公差		
	电动机、从动机器、减速器等	除电动机以外的主动机器	$L<2.5h$	$2.5h\leqslant L\leqslant 4h$	$L>4h$
>50～250	0 -0.5	+0.5 0	0.25	0.4	0.5
>250～630	0 -1.0	+1.0 0	0.5	0.75	1.0
>630～1 000	0 -1.5	+1.5 0	0.75	1.0	1.5
>1 000	0 -2.0	+2.0 0	1.0	1.5	2.0

注:1. 机器轴高应优先选用第Ⅰ系列数值,如不能满足需要时,可选用第Ⅱ系列数值,其次选用第Ⅲ系列数值,尽量不采用第Ⅳ系列数值。

2. h 不包括安装时所用的垫片。L 为轴的全长。

附表 1.14　轴肩和轴环尺寸(参考)　mm



$a=(0.07\sim0.1)d$

$b\approx1.4a$

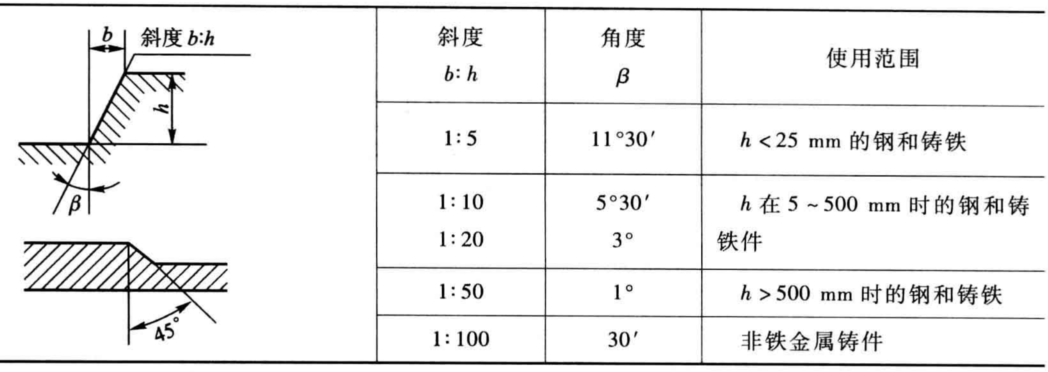
定位用 $a>R$

R——倒圆半径,见附表 1.10

附表 1.15　铸件最小壁厚(不小于)　mm

铸造方法	铸件尺寸	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铝合金	铜合金
砂型	～200×200	8	～6	6	5	3	3～5
	>200×200～500×500	10～12	>6～10	12	8	4	6～8
	>500×500	15～20	15～20			6	

附表 1.16　铸造斜度(参考)

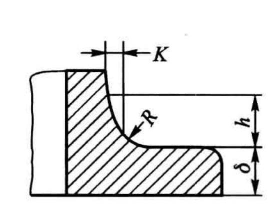


斜度 $b:h$	角度 β	使用范围
1:5	11°30′	$h<25$ mm 的钢和铸铁
1:10 1:20	5°30′ 3°	h 在 5～500 mm 时的钢和铸铁件
1:50	1°	$h>500$ mm 时的钢和铸铁
1:100	30′	非铁金属铸件

注:当设计不同壁厚的铸件时,在转折点处的斜角最大还可增大到 30°～45°。

附表 1.17　铸造过渡斜度(参考)

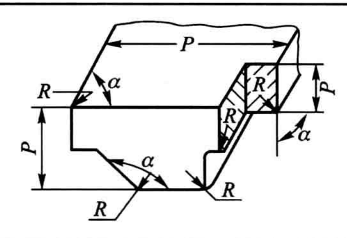
mm



适用于减速器、连接管、气缸及其他连接法兰

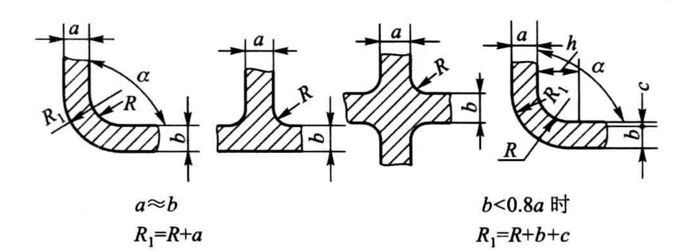
铸铁和铸钢件的壁厚 δ	K	h	R
10～15	3	15	5
>15～20	4	20	5
>20～25	5	25	5
>25～30	6	30	8
>30～35	7	35	8
>35～40	8	40	10
>40～45	9	45	10
>45～50	10	50	10

附表 1.18　铸造外圆角(参考)



表面的最小边尺寸 P/mm	R/mm					
	外圆角 α					
	<50°	51°～75°	76°～105°	106°～135°	136°～165°	>165°
≤25	2	2	2	4	6	8
>25～60	2	4	4	6	10	16
>60～160	4	4	6	8	16	25
>160～250	4	6	8	12	20	30
>250～400	6	8	10	16	25	40
>400～600	6	8	12	20	30	50

附表 1.19 铸造内圆角(参考)



$a \approx b$　　　　　　$b<0.8a$ 时

$R_1=R+a$　　　　　　$R_1=R+b+c$

$\frac{a+b}{2}$	R/mm											
	内圆角 α											
	<50°		51°~75°		76°~105°		106°~135°		136°~165°		>165°	
	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁
≤8	4	4	4	4	6	4	8	6	16	10	20	16
9~12	4	4	4	4	6	6	10	8	16	12	25	20
13~16	4	4	6	4	8	6	12	10	20	16	30	25
17~20	6	4	8	6	10	8	16	12	25	20	40	30
21~27	6	6	10	8	12	10	20	16	30	25	50	40

c 和 h/mm					
b/a		<0.4	0.5~0.65	0.66~0.8	>0.8
$c\approx$		$0.7(a-b)$	$0.8(a-b)$	$(a-b)$	—
$h\approx$	钢	8c			
	铁	9c			

附表 1.20 壁厚的过渡形式及尺寸

mm

图例	过渡尺寸												
	$b\leqslant 2a$	铸铁	$R\geqslant\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$										
		铸钢 可锻铸铁 非铁合金	$\frac{a+b}{2}$	<12	12~16	16~20	20~27	27~35	35~45	45~60	60~80	80~110	110~150
			R	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40
	$b>2a$	铸铁	$L\geqslant 4(b-a)$										
		铸钢	$L\geqslant 5(b-a)$										
	$b\leqslant 1.5a$		$R\geqslant\frac{2a+b}{2}$										
	$b>1.5a$		$L=4(a-b)$										

附表 1.21　壁的连接形式及尺寸　　mm

类别	连接的合理结构	连接尺寸
两壁斜向相连		$b=a,\alpha>75°$ $R=\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)a$ $R_1=R+a$
两壁斜向相连		$b>1.25a$,对于铸铁 $h=4c$ $c=b-a$,对于钢 $h=5c$ $\alpha<75°$ $R=\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1=R+b$
两壁斜向相连		$b\approx1.25a,\alpha<75°$ $R=\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1=R+b$
两壁斜向相连		$b\approx1.25a$,对于铸铁 $h\approx8c$ $c=\frac{b-a}{2}$,对于钢 $h\approx10c$ $\alpha<75°$ $R=\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1=\frac{a+b}{2}+R$
两壁垂直相连	三壁厚相等时	$R=\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)a$
两壁垂直相连	壁厚$b>a$时	$a+c\leqslant b,c\approx3\sqrt{b-a}$ 对于铸铁 $h\geqslant4c$ 对于钢 $h\geqslant5c$ $R\geqslant\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$

类别	连接的合理结构	连接尺寸
两壁垂直相连	壁厚$b<a$时	$b+2c\leqslant a,c\approx1.5\sqrt{a-b}$ 对于铸铁 $h\geqslant8c$ 对于钢 $h\geqslant10c$ $R\geqslant\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$
两壁垂直相连	两壁厚相等时	$R\geqslant\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)a$ $R_1\geqslant R+a$
两壁垂直相连	$a<b<2a$时	$R\geqslant\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1\geqslant R+\frac{a+b}{2}$
两壁垂直相连	壁厚$b>2a$时	$a+c\leqslant b,c\approx3\sqrt{b-a}$ 对于铸铁 $h\geqslant4c$ 对于钢 $h\geqslant5c$ $R\geqslant\left(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}\right)\left(\frac{a+b}{2}\right)$ $R_1\geqslant R+\frac{a+b}{2}$
其他	D与d相差不多	$\alpha<90°$ $r=1.5d$ (不小于 25 mm) $R=r+d$ 或 $R=1.5r+d$

续表

连接的合理结构		连接尺寸	连接的合理结构		连接尺寸
其他	D比d大得多	$\alpha < 90°$ $r = \frac{D+d}{2}$ (不小于 25 mm) $R = r + d$ $R = r + D$	其他		$L > 3a$

注:1. 圆角标准整数系列(单位 mm):2,4,6,8,10,12,16,20,25,30,35,40,50,60,80,100。

2. 当壁厚大于 20 mm 时,R 取系数中的小值。

附录2 金属材料

附表2.1 常用热处理和表面处理的方法、应用及代号

	名称	说明	应用
钢的常用热处理方法及应用	退火（焖火）	退火是将钢件（或钢坯）加热到临界温度以上30~50 ℃，保温一段时间，然后再缓慢地冷却下来（一般用炉冷）	消除铸、锻、焊零件的应力，降低硬度，以易于切削加工，细化金属晶粒，改善组织，增加韧度
	正火（正常化）	正火是将钢件加热到临界温度以上，保温一段时间，然后用空气冷却，冷却速度比退火快（≈100 ℃/min）	处理低碳和中碳结构钢材及渗碳零件，使其组织细化，增加强度及韧度，减少应力，改善切削性能
	淬火	淬火是将钢件加热到临界点以上温度，保温一段时间，然后放入水、盐水或油（个别材料在空气）中急剧冷却，使其得到高硬度	提高钢的硬度和强度极限。但淬火时会引起应力使钢变脆，所以淬火后必须回火
	回火	回火是将淬硬的钢件加热到临界点以下的温度，保温一段时间，然后在空气中或油中冷却下来	消除淬火后的脆性和应力，提高钢的塑性和冲击韧度
	调质	淬火后高温回火	使钢获得高的韧度和足够的强度，很多重要零件是经过调质处理的
	表面淬火	使零件表层有高的硬度和耐磨性，而心部保持原有的强度和韧度	常用来处理轮齿的表面
	时效	将钢加热≤120~130 ℃，长时间保温后，随炉或取出在空气中冷却	消除或减小淬火后的微观应力，防止变形和开裂，稳定工件形状及尺寸以及消除机械加工的残余应力
钢的化学热处理方法及应用	渗碳	使表面增碳渗层深度为0.4~6 mm或>6 mm。硬度为56~65 HRC	增加钢件的耐磨性能、表面硬度、抗拉强度及疲劳极限。适用于低碳、中碳（$w_C<0.40\%$）结构钢的中小型零件和大型的重载荷、受冲击、耐磨的零件
	液体碳氮共渗	使表面增加碳与氮。扩散层深度较浅，为0.02~3.0 mm；在共渗层为0.02~0.04 mm时具有66~70 HRC	增加结构钢、工具钢制件的耐磨性能、表面硬度和疲劳极限，提高刀具的切削性能和使用寿命，适用于要求硬度高、耐磨的中、小型及薄片的零件和刀具等
	渗氮	表面增氮，氮化层为0.025~0.8 mm，而渗氮时间需40~50 h，硬度很高（1 200 HV），耐磨、抗蚀性能高	增加钢件的耐磨性能、表面硬度、疲劳极限和抗蚀能力，适用于结构钢和铸铁件，如气缸套、气门座、机床主轴、丝杠等耐磨零件，以及在潮湿碱水和燃烧气体介质的环境中工作的零件，如水泵轴、排气阀等零件

续表

	热处理方法	代号	标注举例		热处理方法	代号	标注举例
热处理方法代号	退火	Th 5111	—	热处理方法代号	回火	5141	
	正火	Z 5121	—		火焰淬火	H	H54——火焰加热淬火回火，硬度为 52 ~ 58 HRC
	调质	T 5151	T235——调质至 220 ~ 240 HBS		液体碳氮共渗	Q	Q59——液体碳氮共渗淬火回火，硬度为 56 ~ 62 HRC
	淬火	C 5131	C48——淬火回火，硬度为 40 ~ 50 HRC		渗氮	D 5336	D0.3 - 900——渗氮深度至 0.3 mm，硬度大于 850 HV
	油冷淬火	Y 5131/e	Y35——油冷淬火回火，硬度为 30 ~ 40 HRC		渗碳淬火	S - C	S0.5 - C59——渗碳层深度为 0.5 mm，淬火后回火，硬度为 56 ~ 62 HRC
	高频感应加热淬火	G 5132	G52——高频感应加热淬火回火，硬度为 50 ~ 55 HRC		渗碳高频感应加热淬火	S - G	S0.8 - G59——渗碳层深度为 0.8 mm，高频感应加热淬火回火，硬度为 56 ~ 62 HRC
	调质高频感应加热淬火	T - G	T - G54——调质后高频感应加热淬火回火，硬度为 52 ~ 58 HRC				

注：数字代号按 GB/T 12603—2005 规定。

附表 2.2　灰铸铁（GB/T 9439—1988 摘录）

牌号	铸件壁厚/mm		最小抗拉强度 σ_b/MPa	硬度/HBW	应用举例
	大于	至			
HT100	2.5	10	130	110 ~ 166	盖、外罩、油盘、手轮、手把、支架等
	10	20	100	93 ~ 140	
	20	30	90	87 ~ 131	
	30	50	80	82 ~ 122	
HT150	2.5	10	175	137 ~ 205	端盖、汽轮泵体、轴承座、阀壳、管子及管道附件、手轮、一般机床底座、床身及其他复杂零件、滑座、工作台等
	10	20	145	119 ~ 179	
	20	30	130	110 ~ 166	
	30	50	120	141 ~ 157	
HT200	2.5	10	220	157 ~ 236	气缸、齿轮、底架、箱体、飞轮、齿条、衬筒、一般机床铸有导轨的床身及中等压力（8 MPa 以下）油缸、液压泵和阀的壳体等
	10	20	195	148 ~ 222	
	20	30	170	134 ~ 200	
	30	50	160	128 ~ 192	
HT250	4.0	10	270	175 ~ 262	阀壳、油缸、气缸、联轴器、箱体、齿轮、齿轮箱外壳、飞轮、衬筒、凸轮、轴承座等
	10	20	240	164 ~ 246	
	20	30	220	157 ~ 236	
	30	50	200	150 ~ 225	
HT300	10	20	290	182 ~ 272	齿轮、凸轮、车床卡盘、剪床、压力机的机身、导板、转塔自动车床及其他重载荷机床铸有导轨的床身、高压油缸、液压泵和滑阀的壳体等
	20	30	250	168 ~ 251	
	30	50	230	161 ~ 241	
HT350	10	20	340	199 ~ 299	
	20	30	290	182 ~ 272	
	30	50	260	171 ~ 257	

注：灰铸铁的硬度由经验关系式计算：当 $\sigma_b \geq 196$ MPa 时，$HBW = RH(100 + 0.438\sigma_b)$；当 $\sigma_b < 196$ MPa 时，$HBW = RH(44 + 0.724\sigma_b)$，$RH$ 一般取 0.80 ~ 1.20。

附表 2.3　球墨铸铁(GB/T 1348—2009 摘录)

牌号	抗拉强度 R_m	屈服强度 $R_{p0.2}$	伸长率 δ	供参考	用途
	MPa		%	布氏硬度 /HBW	
	最小值				
QT400 - 18	400	250	18	120 ~ 175	减速器箱体、管道、阀体、阀盖、压缩机气缸、拨叉、离合器壳等
QT400 - 15	400	250	15	120 ~ 175	
QT450 - 10	450	310	10	160 ~ 210	油泵齿轮、阀门体、车辆轴瓦、凸轮、犁铧、减速器箱体、轴承座等
QT500 - 7	500	320	7	170 ~ 230	
QT600 - 3	600	370	3	190 ~ 270	曲轴、凸轮轴、齿轮轴、机床主轴、缸体、缸套、连杆、矿车轮、农机零件等
QT700 - 2	700	420	2	225 ~ 305	
QT800 - 2	800	480	2	245 ~ 335	
QT900 - 2	900	600	2	280 ~ 360	曲轴、凸轮轴、连杆、履带式拖拉机链轨板等

注:表中牌号系由单铸试块测定的性能。

附表 2.4　一般工程用铸造碳钢(GB/T 11352—1989 摘录)

牌号	抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$	伸长率 δ	根据合同选择 收缩率 ψ	根据合同选择 冲击功 A_{KV}	硬度 正火回火 /HBW	硬度 表面淬火 /HRC	应用举例
	MPa		%		J			
	最小值							
ZG200 - 400	400	200	25	40	30			各种形状的机件,如机座、变速箱壳等
ZG230 - 450	450	230	22	32	25	≥131		铸造平坦的零件,如机座、机盖、箱体、铁砧台,工作温度在450 ℃以下的管道附件等。焊接性良好
ZG270 - 500	500	270	18	25	22	≥143	40 ~ 45	各种形状的机件,如飞轮、机架、蒸汽锤、桩锤、联轴器、水压机工作缸、横梁等。焊接性尚可
ZG310 - 570	570	310	15	21	15	≥153	40 ~ 50	各种形状的机件,如联轴器、气缸、齿轮、齿轮圈及重载荷机架等
ZG340 - 640	640	340	10	18	10	169 ~ 229	45 ~ 55	起重运输机中的齿轮、联轴器及重要的机件等

注:1. 各牌号铸钢的性能,适用于厚度为 100 mm 以下的铸件。当厚度超过 100 mm 时,仅表中规定的屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 可供设计使用。

2. 表中力学性能的试验环境温度为 20 ℃ ± 10 ℃。

3. 表中硬度值非 GB/T 11352—1989 内容,仅供参考。

附表 2.5　普通碳素结构钢(GB/T 700—2006 摘录)

牌号	等级	力学性能													冲击试验(V形缺口)		应用举例
		屈服强度 σ_s/MPa						抗拉强度 σ_b/MPa	伸长率 δ_5/%					温度/℃	冲击功(纵向)/J	
		钢材厚度(直径)/mm							钢材厚度(直径)/mm							
		≤16	>16~40	>40~60	>60~100	>100~150	>150		≤40	>40~60	>60~100	>100~150	>150			
		不小于							不小于						不小于	
Q195	—	195	185	—	—	—	—	315~430	33	—	—	—	—	—	—	塑性好,常用其轧制薄板、拉制线材、制钉和焊接钢管
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335~450	31	30	29	27	26	—	—	金属结构件、拉杆、套圈、铆钉、螺栓、短轴、心轴、凸轮(载荷不大的)、垫圈、渗碳零件及焊接件
	B													20	27	
Q235	A	235	225	215	205	195	185	375~500	26	25	24	22	21	—	—	金属结构构件,心部强度要求不高的渗碳或碳氮共渗零件、吊钩、拉杆、套圈、气缸、齿轮、螺栓、螺母、连杆、轮轴、楔、盖及焊接件
	B													20	27	
	C													0		
	D													-20		
Q275	A	275	265	255	245	225	215	410~540	22	20	20	18	17	—	—	轴、轴销、刹车杆、螺母、螺栓、垫圈、连杆、齿轮以及其他强度较高的零件,焊接性尚可
	B													20	27	
	C													0		
	D													-20		

注:括号内的数值仅供参考。

附表 2.6 优质碳素结构钢(GB/T 699—1999 摘录)

牌号	推荐热处理的温度/℃ 正火	淬火	回火	试样毛坯尺寸/mm	力学性能 抗拉强度 R_m /MPa 不小于	屈服强度 σ_s /MPa 不小于	伸长率 δ_5 /% 不小于	收缩率 ψ /% 不小于	冲击功 A_{KU} /J 不小于	钢材交货状态硬度/HBW 不大于 未热处理钢	退火钢	应用举例
08F	930			25	295	175	35	60		131		用于需塑性好的零件,如管子、垫片、垫圈;心部强度要求不高的渗碳和碳氮共渗零件,如套筒、短轴、挡块、支架、靠模、离合器盘
10	930			25	335	205	31	55		137		用于制造拉杆、卡头、钢管垫片、垫圈、铆钉。这种钢无回火脆性,焊接性好,用来制造焊接零件
15	920			25	375	225	27	55		143		用于受力不大、韧性要求较高的零件、渗碳零件、紧固件、冲模锻件及不需要热处理的低载荷零件,如螺栓、螺钉、拉条、法兰盘及化工贮器、蒸汽锅炉
20	910			25	410	245	25	55		156		用于不经受很大应力而要求很大韧性的机械零件,如杠杆、轴套、螺钉、起重钩等。也用于制造压力 <6 MPa、温度 <450 ℃、在非腐蚀介质中使用的零件,如管子、导管等。还可用于表面硬度高而心部强度要求不大的渗碳与碳氮共渗零件
25	900	870	600	25	450	275	23	50	71	170		用于制造焊接设备以及经锻造、热冲压和机械加工的不承受高应力的零件,如轴、辊子、联轴器、垫圈、螺栓、螺钉及螺母
35	870	850	600	25	530	315	20	45	55	197		用于制造曲轴、转轴、轴销、杠杆、连杆、横梁、链轮、圆盘、套筒钩环、垫圈、螺钉、螺母。这种钢多在正火和调质状态下使用,一般不作焊接用

续表

牌号	推荐热处理的温度/℃			试样毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材交货状态硬度/HBW		应用举例
	正火	淬火	回火		抗拉强度 R_m	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_{KU}	不大于		
					MPa		%		J	未热处理钢	退火钢	
					不小于							
40	860	840	600	25	570	335	19	45	47	217	187	用于制造辊子、轴、曲柄销、活塞杆、圆盘
45	850	840	600	25	600	355	16	40	39	229	197	用于制造齿轮、齿条、链轮、轴、键、销、蒸汽透平机的叶轮、压缩机及泵的零件、轧辊等。可代替渗碳钢做齿轮、轴、活塞销等,但要经高频或火焰表面淬火
50	830	830	600	25	630	375	14	40	31	241	207	用于制造齿轮、拉杆、轧辊、轴、圆盘
55	820	820	600	25	645	380	13	35		255	217	用于制造齿轮、连杆、轮缘、扁弹簧及轧辊等
60	810			25	675	400	12	35		255	229	用于制造轧辊、轴、轮箍、弹簧、弹簧垫圈、离合器、凸轮、钢绳等
20Mn	910			25	450	275	24	50		197		用于制造凸轮轴、齿轮、联轴器、铰链、拖杆等
30Mn	880	860	600	25	540	315	20	45	63	217	187	用于制造螺栓、螺母、螺钉、杠杆及刹车踏板等
40Mn	860	840	600	25	590	355	17	45	47	229	207	用于制造承受疲劳载荷的零件,如轴、万向联轴器、曲轴、连杆及在高应力下工作的螺栓、螺母等
50Mn	830	830	600	25	645	390	13	40	31	255	217	用于制造耐磨性要求很高、在高载荷作用下的热处理零件,如齿轮、齿轮轴、摩擦盘、凸轮和截面直径在 ϕ80 mm 以下的心轴等
60Mn	810			25	695	410	11	35		269	229	适用于制造弹簧、弹簧垫圈、弹簧环和片以及冷拔钢丝(≤7 mm)和发条

注:表中所列正火推荐保温时间不少于30 min,空冷;淬火推荐保温时间不少于30 min,水冷;回火推荐保温时间不少于1 h。

附表 2.7　弹簧钢（GB/T 1222—2007 摘录）

牌号	热处理			力学性能					交货状态硬度/HBW		应用举例
	淬火温度/℃	淬火介质	回火温度/℃	抗拉强度 R_m	屈服强度 R_{eL}	伸长率 δ_5	伸长率 δ_{10}	收缩率 ψ	不大于		
				MPa		%			热轧	冷拉+热处理	
				不小于							
65	840	油	500	980	785		9	35	285	321	调压、调速弹簧，柱塞弹簧，测力弹簧，一般机械的圆、方螺旋弹簧
70	830		480	1 030	835		8	30			
65Mn	830	油	540	980	785		8	30	302	321	小尺寸的扁、圆弹簧，坐垫弹簧，发条，离合器簧片，弹簧环，刹车弹簧
55Si2Mn	870	油	480	1 375	1 225		6	30	302	321	汽车、拖拉机、机车的减振板簧和螺旋弹簧，气缸安全阀簧，止回阀簧，250 ℃以下使用的耐热弹簧
55Si2MnB									321		
60Si2Mn							5	25			
60Si2MnA			440	1 570	1 375			20			
55CrMnA	830 ~ 860	油	460 ~ 510	1 226	1 079 ($\sigma_{0.2}$)	9		20	321	321	用于车辆、拖拉机上载荷较重、应力较大的板簧和直径较大的螺旋弹簧
60CrMnA			460 ~ 520								
60Si2CrA	870	油	420	1 765	1 570	6		20	321（热轧+热处理）	321	用于高应力及温度在 300 ~ 350 ℃以下使用的弹簧，如调速器、破碎机、汽轮机汽封用弹簧
60Si2CrVA	850		410	1 863	1 667						

注：1. 表列性能适用于截面尺寸≤80 mm 的钢材，对 >80 mm 的钢材允许其 δ、ψ 值较表内规定分别降低 1 个单位及 5 个单位。

2. 除规定的热处理上下限外，表中热处理允许偏差为：淬火 ±20 ℃，回火 ±50 ℃。

附表 2.8　合金结构钢（GB/T 3077—1999 摘录）

钢号	热处理				试样毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材退火或高温回火供应状态的布氏硬度/HBS	特性及应用举例
	淬火		回火			抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_{KU}		
	温度/℃	冷却剂	温度/℃	冷却剂		MPa		%		J		
						≥					不大于	
20Mn2	850 880	水、油 水、油	200 440	水、空气 水、空气	15	785	590	10	40	47	187	截面小时与 20Cr 相当，用于做渗碳小齿轮、小轴、钢套、链板等，渗碳淬火后硬度 56 ~ 62 HRC

续表

钢号	热处理				试样毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材退火或高温回火供应状态的布氏硬度/HBW	特性及应用举例
	淬火		回火			抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_{KU}		
	温度/℃	冷却剂	温度/℃	冷却剂		MPa		%		J		
						≥					不大于	
35Mn2	840	水	500	水	25	835	685	12	45	55	207	对于截面较小的零件可代替40Cr,可做直径≤15 mm的重要用途的冷镦螺栓及小轴等,表面淬火后硬度40~50 HR
45Mn2	840	油	550	水、油	25	885	735	10	45	47	217	用于制造在较高应力与磨损条件下的零件。在直径≤60 mm时,与40Cr相当。可做万向联轴器、齿轮、齿轮轴、蜗杆、曲轴、连杆、花键轴和摩擦盘等,表面淬火后硬度45~55 HR
35SiMn	900	水	570	水、油	25	885	735	15	45	47	229	除了要求低温(-20 ℃以下)用冲击韧性很高的情况外,可全面代替40Cr作调质钢,亦可部分代替40CrNi,可做中小型轴类、齿轮等零件以及在430 ℃以下工作的重要紧固件,表面淬火后硬度45~55 HR
42SiMn	880	水	590	水	25	885	735	15	40	47	229	与35SiMn钢同。可代替40Cr、34CrMo钢做大齿圈。适于做表面淬火件,表面淬火后硬度45~55 HR

续表

钢号	热处理				试样毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材退火或高温回火供应状态的布氏硬度/HBW	特性及应用举例
	淬火		回火			抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_{KU}		
	温度/℃	冷却剂	温度/℃	冷却剂		MPa		%		J		
						≥					不大于	
20MnV	880	水、油	200	水、空气	15	785	590	10	40	55	187	相当于20CrNi的渗碳钢，渗碳淬火后硬度56~62 HR
20SiMnVB	900	油	200	水、空气	15	1 175	980	10	45	55	207	可代替20CrMnTi做高级渗碳齿轮等零件，渗碳淬火后硬度56~62 HR
40MnB	850	油	500	水、油	25	980	785	10	45	47	207	可代替40Cr做重要调质件，如齿轮、轴、连件、螺栓等
37SiMn2MoV	870	水、油	650	水、空气	25	980	835	12	50	63	269	可代替34CrNiMo等做高强度、重载荷轴、曲轴、齿轮、蜗杆等零件，表面淬火后硬度50~55 HR
20CrMnTi	第一次880 第二次870	油	200	水、空气	15	1 080	835	10	45	55	217	强度、韧性均高，是铬镍钢的代用品。用于承受高速、中等或重大载荷以及冲击磨损等的重要零件，如渗碳齿轮、凸轮等，渗碳淬火后硬度56~62 HR
20CrMnMo	850	油	200	水、空气	15	1 175	885	10	45	55	217	用于要求表面硬度高，耐磨，心部有较高强度、韧性的零件，如传动齿轮和曲轴等，渗碳淬火后硬度56~62 HR

钢号	热处理				试样毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材退火或高温回火供应状态的布氏硬度/HBW	特性及应用举例
	淬火		回火			抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_{KU}		
	温度/℃	冷却剂	温度/℃	冷却剂		MPa		%		J		
						≥					不大于	
38CrMoAl	940	水、油	640	水、油	30	980	835	14	50	71	229	用于要求高耐磨性、高疲劳强度和相当高的强度且热处理变形最小的零件，如镗杆、主轴、蜗杆、齿轮、套筒、套环等，渗氮后表面硬度1 100 HV
20Cr	第一次880 第二次780～820	水、油	220	水、空气	15	835	540	10	40	47	179	用于要求心部强度较高、承受磨损、尺寸较大的渗碳零件，如齿轮、齿轮轴、蜗杆、凸轮、活塞销等；也用于速度较大、受中等冲击的调质零件，渗碳淬火后硬度56～62 HR
40Cr	850	油	520	水、油	25	980	785	9	45	47	207	用于承受交变载荷、中等速度、中等载荷、强烈磨损而无很大冲击的重要零件，如重要的齿轮、轴、曲轴、连杆、螺栓、螺母等零件，并用于直径大于400 mm、要求低温冲击韧性的轴与齿轮等，表面淬火后硬度48～55 HR

续表

钢号	热处理				试样毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材退火或高温回火供应状态的布氏硬度/HBW	特性及应用举例
	淬火		回火			抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_{KU}		
	温度/℃	冷却剂	温度/℃	冷却剂		MPa		%		J		
						≥					不大于	
20CrNi	850	水、油	460	水、油	25	785	590	10	50	63	197	用于制造承受较高载荷的渗碳零件,如齿轮、轴、花键轴、活塞销等
40CrNi	820	油	500	水、油	25	980	785	10	45	55	241	用于制造要求强度高、韧性高的零件,如齿轮、轴、链条、连杆等
40CrNiMoA	850	油	600	水、油	25	980	835	12	55	78	269	用于特大截面的重要调质零件,如机床主轴、传动轴、转子轴等

附录3　极限与配合

一、极限与配合

附表3.1　公称尺寸至3 150 mm的标准公差数值(GB/T 1800.1—2009摘录)　μm

公称尺寸/mm	标准公差等级																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
≤3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1 000	1 400
>3~6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1 200	1 800
>6~10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1 500	1 800
>10~18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1 100	1 800	2 700
>18~30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1 300	2 100	3 300
>30~50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1 000	1 600	2 500	3 900
>50~80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1 200	1 900	3 000	4 600
>80~120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1 400	2 200	3 500	5 400
>120~180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1 000	1 600	2 500	4 000	6 300
>180~250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1 150	1 850	2 900	4 600	7 200
>250~315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1 300	2 100	3 200	5 200	8 100
>315~400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1 400	2 300	3 600	5 700	8 900
>400~500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1 550	2 500	4 000	6 300	9 700
>500~630	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	700	1 100	1 750	2 800	4 400	7 000	11 000
>630~800	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	800	1 250	2 000	3 200	5 000	8 000	12 500

注:1. 公称尺寸大于500 mm的IT1至IT5的数值为试行的;

2. 公称尺寸小于或等于1 mm时,无IT14至IT18。

附表 3.2　轴的各种基本偏差的应用

配合种类	基本偏差	配合特性及应用
间隙配合	a、b	可得到特别大的间隙，很少应用
	c	可得到很大的间隙，一般适用于缓慢、松弛的动配合。用于工作条件较差（如农业机械）、受力变形，或为了便于装配，而必须保证有较大的间隙时。推荐配合为 H11/c11，其较高级的配合，如 H8/c7 适用于轴在高温工作的紧密间隙配合，例如内燃机排气阀和导管
	d	一般用于 IT7 ~ IT11 级，适用于松的转动配合，如密封盖、滑轮、空转带轮等与轴的配合，也适用于大直径滑动轴承配合，如透平机、球磨机、轧辊成形和重型弯曲机及其他重型机械中的一些滑动支承
	e	多用于 IT7 ~ IT9 级，通常适用于要求有明显间隙，易于转动的支承配合，如大跨距、多支点支承等。高等级的 e 轴适用于大型、高速、重载支承配合，如涡轮发电机、大型电动机、内燃机、凸轮轴及摇臂支承等
	f	多用于 IT6 ~ IT8 级的一般转动配合。当温度影响不大时，被广泛用于普通润滑油（或润滑脂）润滑的支承，如齿轮箱、小电动机、泵等的转轴与滑动支承的配合
	g	配合间隙很小，制造成本高，除很轻载荷的精密装置外，不推荐用于转动配合。多用于 IT5 ~ IT7 级，最适合不回转的精密滑动配合，也用于插销等定位配合，如精密连杆、轴承、活塞、滑阀及连杆销等
	h	多用于 IT4 ~ IT11 级。广泛用于无相对转动的零件，作为一般的定位配合。若没有温度、变形影响，也用于精密滑动配合
过渡配合	js	为完全对称偏差（±IT/2），平均为稍有间隙的配合，多用于 IT4 ~ IT7 级，要求间隙比 h 轴小，并允许略有过盈的定位配合，如联轴器，可用手或木锤装配
	k	平均为没有间隙的配合，适用于 IT4 ~ IT7 级。推荐用于稍有过盈的定位配合，例如为了消除振动用的定位配合，一般用木锤装配
	m	平均为具有小过盈的过渡配合，适用 IT4 ~ IT7 级，一般用木锤装配，但在最大过盈时，要求相当的压入力
	n	平均过盈比 m 轴稍大，很少得到间隙，适用 IT4 ~ IT7 级，用锤或压力机装配，通常推荐用于紧密的组件配合。H6/n5 配合为过盈配合
过盈配合	p	与 H6 孔或 H7 孔配合时是过盈配合，与 H8 孔配合时则为过渡配合。对非铁类零件，为较轻的压入配合，易于拆卸。对钢、铸铁或铜、钢组件装配是标准压入配合
	r	对铁类零件为中等打入配合；对非铁类零件，为轻打入的配合，可拆卸。与 H8 孔配合，直径在 100 mm 以上时为过盈配合，直径小时为过渡配合
	s	用于钢和铁制零件的永久性和半永久性装配，可产生相当大的结合力。当用弹性材料，如轻合金时，配合性质与铁类零件的 p 轴相当，例如用于套环压装在轴上、阀座与机体等配合。尺寸较大时，为了避免损伤配合表面，需用热胀或冷缩法装配
	t、u、v、x、y、z	过盈量依次增大，一般不推荐采用

附表 3.3　公差等级与加工方法的关系

加工方法	公差等级(IT)																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
研磨	—	—	—	—	—	—	—											
珩						—	—	—	—									
圆磨、平磨							—	—	—	—								
金刚石车、金刚石镗							—	—	—									
拉削							—	—	—	—								
铰孔								—	—	—	—	—						
车、镗									—	—	—	—	—					
铣										—	—	—	—					
刨、插												—	—					
钻孔												—	—	—	—			
滚压、挤压												—	—					
冲压												—	—	—	—	—		
压铸													—	—	—	—		
粉末冶金成形								—	—	—								
粉末冶金烧结									—	—	—	—						
砂型铸造、气割																		—
锻造																	—	

附表 3.4　优先配合特性及应用举例

基孔制	基轴制	优先配合特性及应用举例
$\frac{H11}{c11}$	$\frac{C11}{h11}$	间隙非常大,用于很松的、转动很慢的间隙配合,或要求大公差与大间隙的外露组件,或要求装配方便的、很松的配合
$\frac{H9}{d9}$	$\frac{D9}{h9}$	间隙很大的自由转动配合,用于精度非主要要求时,或有大的温度变动、高转速或大的轴颈压力时
$\frac{H8}{f7}$	$\frac{F8}{h7}$	间隙不大的转动配合,用于中等转速与中等轴颈压力的精确转动,也用于装配较易的中等定位配合

续表

基孔制	基轴制	优先配合特性及应用举例
$\frac{H7}{g6}$	$\frac{G7}{h6}$	间隙很小的滑动配合，用于不希望自由转动，但可自由移动和滑动并精密定位时，也可用于要求明确的定位配合
$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$ $\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$ $\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	均为间隙定位配合，零件可自由装拆，而工作时一般相对静止不动。在最大实体条件下的间隙为零，在最小实体条件下的间隙由公差等级决定
$\frac{H7}{k6}$	$\frac{K7}{h6}$	过渡配合，用于精密定位
$\frac{H7}{n6}$	$\frac{N7}{h6}$	过渡配合，允许有较大过盈的更精密定位
$\frac{H7^{*}}{p6}$	$\frac{P7}{h6}$	过盈定位配合，即小过盈配合，用于定位精度特别重要时，能以最好的定位精度达到部件的刚性及对中性要求，而对内孔承受压力无特殊要求，不依靠配合的紧固性传递摩擦载荷
$\frac{H7}{s6}$	$\frac{S7}{h6}$	中等压入配合，适用于一般钢件，或用于薄壁件的冷缩配合，用于铸铁件可得到最紧的配合
$\frac{H7}{u6}$	$\frac{U7}{h6}$	压入配合，适用于可以承受大压入力的零件或不宜承受大压入力的冷缩配合

* 公称尺寸小于或等于 3 mm 为过渡配合。

附表 3.5　优先配合中轴的极限偏差（GB/T 1800.2—2009 摘录）　μm

公称尺寸/mm		公差带												
		c	d	f	g	h				k	n	p	s	u
大于	至	11	9	7	6	6	7	9	11	6	6	6	6	6
—	3	−60 −120	−20 −45	−6 −16	−2 −8	0 −6	0 −10	0 −25	0 −60	+6 0	+10 +4	+12 +6	+20 +14	+24 +18
3	6	−70 −145	−30 −60	−10 −22	−4 −12	0 −8	0 −12	0 −30	0 −75	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+27 +19	+31 +23
6	10	−80 −170	−40 −76	−13 −28	−5 −14	0 −9	0 −15	0 −36	0 −90	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+32 +23	+37 +28
10 14	14 18	−95 −205	−50 −93	−16 −34	−6 −17	0 −11	0 −18	0 −43	0 −110	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+39 +28	+44 +33
18	24	−110 −240	−65 −117	−20 −41	−7 −20	0 −13	0 −21	0 −52	0 −130	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+48 +35	+54 +41
24	30													+61 +48

续表

公称尺寸 /mm		公差带												
		c	d	f	g	h				k	n	p	s	u
大于	至	11	9	7	6	6	7	9	11	6	6	6	6	6
30	40	-120 -280	-80 -142	-25 -50	-9 -25	0 -16	0 -25	0 -62	0 -160	+18 +2	+33 +17	+42 +26	+59 +43	+76 +60
40	50	-130 -290												+86 +70
50	65	-140 -330	-100 -174	-30 -60	-10 -20	0 -19	0 -30	0 -74	0 -190	+21 +2	+39 +20	+51 +32	+72 +53	+106 +87
65	80	-150 -340											+78 +59	+121 +102
80	100	-170 -390	-120 -207	-36 -71	-12 -34	0 -22	0 -35	0 -87	0 -220	+25 +3	+45 +23	+59 +37	+93 +71	+146 +124
100	120	-180 -400											+101 +79	+166 +144
120	140	-200 -450	-145 -245	-43 -83	-14 -39	0 -25	0 -40	0 -100	0 -250	+28 +3	+52 +27	+68 +43	+117 +92	+195 +170
140	160	-210 -460											+125 +100	+215 +190
160	180	-230 -480											+133 +108	+235 +210
180	200	-240 -530	-170 -285	-50 -96	-15 -44	0 -29	0 -46	0 -115	0 -290	+33 +4	+60 +31	+79 +50	+151 +122	+265 +236
200	225	-260 -550											+159 +130	+287 +258
225	250	-280 -570											+169 +140	+313 +284
250	280	-300 -620	-190 -320	-56 -108	-17 -49	0 -32	0 -52	0 -130	0 -320	+36 +4	+66 +34	+88 +56	+190 +158	+347 +315
280	315	-330 -650											+202 +170	+382 +350
315	355	-360 -720	-210 -350	-62 -119	-18 -54	0 -36	0 -57	0 -140	0 -360	+40 +4	+73 +37	+98 +62	+226 +190	+426 +390
355	400	-400 -760											+244 +208	+471 +435
400	450	-440 -840	-230 -385	-68 -131	-20 -60	0 -40	0 -63	0 -155	0 -400	+45 +5	+80 +40	+108 +68	+272 +232	+530 +490
450	500	-480 -980											+292 +252	+580 +540

附表 3.6　优先配合中孔的极限偏差(GB/T 1800.2—2009 摘录)　μm

公称尺寸/mm		公差带												
		C	D	F	G	H				K	N	P	S	U
大于	至	11	9	8	7	7	8	9	11	7	7	7	7	7
—	3	+120 +60	+45 +20	+20 +6	+12 +2	+10 0	+14 0	+25 0	+60 0	0 -10	-4 -14	-6 -16	-14 -24	-18 -28
3	6	+145 +70	+60 +30	+28 +10	+16 +4	+12 0	+18 0	+30 0	+75 0	+3 -9	-4 -16	-8 -20	-15 -27	-19 -31
6	10	+170 +80	+76 +40	+35 +13	+20 +5	+15 0	+22 0	+36 0	+90 0	+5 -10	-4 -19	-9 -24	-17 -32	-22 -37
10	14	+205 +95	+93 +50	+43 +16	+24 +6	+18 0	+27 0	+43 0	+110 0	+6 -12	-5 -23	-11 -29	-21 -39	-26 -44
14	18													
18	24	+240 +110	+117 +65	+53 +20	+28 +7	+21 0	+33 0	+52 0	+130 0	+6 -15	-7 -28	-14 -35	-27 -48	-33 -54
24	30													-40 -61
30	40	+280 +120	+142 +80	+64 +25	+34 +9	+25 0	+39 0	+62 0	+160 0	+7 -18	-8 -33	-17 -42	-34 -59	-51 -76
40	50	+290 +130												-61 -86
50	65	+330 +140	+174 +100	+76 +30	+40 +10	+30 0	+46 0	+74 0	+190 0	+9 -21	-9 -39	-21 -51	-42 -72	-76 -106
65	80	+340 +150											-48 -78	-91 -121
80	100	+390 +170	+207 +120	+90 +36	+47 +12	+35 0	+54 0	+87 0	+220 0	+10 -25	-10 -45	-24 -59	-58 -93	-111 -146
100	120	+400 +180											-66 -101	-131 -166
120	140	+450 +200	+245 +145	+106 +43	+54 +14	+40 0	+63 0	+100 0	+250 0	+12 -28	-12 -52	-28 -68	-77 -117	-155 -195
140	160	+460 +210											-85 -125	-175 -215
160	180	+480 +230											-93 -133	-195 -235
180	200	+530 +240	+285 +170	+122 +50	+61 +15	+46 0	+72 0	+115 0	+290 0	+13 -33	-14 -60	-33 -79	-105 -151	-219 -265
200	225	+550 +260											-113 -159	-241 -287
225	250	+570 +280											-123 -169	-267 -313

续表

公称尺寸/mm		公差带											
		C	D	F	G	H				K	N	P	S	U
大于	至	11	9	8	7	7	8	9	11	7	7	7	7	7
250	280	+620 +300	+320 +190	+137 +56	+69 +17	+52 0	+81 0	+130 0	+320 0	+16 -36	-14 -66	-36 -88	-138 -190	-295 -347
280	315	+650 +330											-150 -202	-330 -382
315	355	+720 +360	+350 +210	+151 +62	+75 +18	+57 0	+89 0	+140 0	+360 0	+17 -40	-16 -73	-41 -98	-169 -226	-369 -426
355	400	+760 +400											-187 -244	-414 -471
400	450	+840 +440	+385 +230	+165 +68	+83 +20	+63 0	+97 0	+155 0	+400 0	+18 -45	-17 -80	-45 -108	-209 -272	-467 -530
450	500	+880 +480											-229 -292	-517 -580

附表 3.7 线性尺寸的未注公差(GB/T 1804—2000 摘录) mm

公差等级	线性尺寸的极限偏差数值								倒圆半径与倒角高度尺寸的极限偏差数值			
	公称尺寸分段								公称尺寸分段			
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400	>400~1 000	>1 000~2 000	>2 000~4 000	0.5~3	>3~6	>6~30	>30
f(精密级)	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—	±0.2	±0.5	±1	±2
m(中等级)	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2				
c(粗糙级)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±0.4	±1	±2	±4
v(最粗级)	—	±0.5	±1	±0.15	±2.5	±4	±6	±8				
在图样上,技术文件或标准中的表示方法示例:GB/T 1804 - m(表示选用中等级)												

二、几何公差

附表 3.8　几何公差几何特征项目的符号及其标注（GB/T 1182—2008 摘录）

公差特征项目的符号

公差类型		几何特征	符号
形状公差	形状	直线度	—
		平面度	▱
		圆度	○
		圆柱度	⌭
	轮廓	线轮廓度	⌒
		面轮廓度	⌓

公差类型	几何特征	符号
方向公差	平行度	//
	垂直度	⊥
	倾斜度	∠
位置公差	同心度（用于中心点）	◎
	同轴度（用于轴线）	◎
	对称度	⌯
	位置度	⌖
跳动公差	圆跳动	↗
	全跳动	⌰

被测要素、基准要素的标注要求及其他附加符号

说明		符号
被测要素的标注	直接	（箭头指向被测要素）
	用字母	A（箭头指向被测要素）
基准要素的标注		Ⓐ（涂黑三角形）
		A（方框，空白三角形）
基准目标的标注		φ2/A1（圆内）
理论正确尺寸		50（方框）
包容要求		Ⓔ

说明	符号
最大实体要求	Ⓜ
最小实体要求	Ⓛ
可逆要求	Ⓡ
延伸公差带	Ⓟ
自由状态（非刚性零件）条件	Ⓕ
全周（轮廓）	○（带引线）

公差框格

—	0.1

//	0.1	A

⌖	φ0.1 Ⓜ	A	B	C

（框格高度为 2h，第一格宽度为 2h，字高为 h）

公差要求在矩形方框中给出，该方框由 2 格或多格组成。框格中的内容从左到右按以下次序填写：

——公差特征的符号；

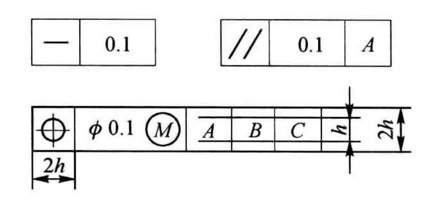
——公差值；

——如需要，用一个或多个字母表示基准要素或基准体系。

（h 为图样中采用字体的高度）

附表 3.9　几何公差的数值直线度、平面度公差（GB/T 1184—1996 摘录）　μm

主参数 L 图例



精度等级	主参数 L/mm													应用举例
	≤10	>10 ~16	>16 ~25	>25 ~40	>40 ~63	>63 ~100	>100 ~160	>160 ~250	>250 ~400	>400 ~630	>630 ~1 000	>1 000 ~1 600	>1 600 ~2 500	
5 6	2 3	2.5 4	3 5	4 6	5 8	6 10	8 12	10 15	12 20	15 25	20 30	25 40	30 50	普通精度机床导轨，柴油机进、排气门导杆
7 8	5 8	6 10	8 12	10 15	12 20	15 25	20 30	25 40	30 50	40 60	50 80	60 100	80 120	轴承体的支承面，压力机导轨及滑块，减速器箱体、油泵、轴组件支承轴承的接合面
9 10	12 20	15 25	20 30	25 40	30 50	40 60	50 80	60 100	80 120	100 150	120 200	150 250	200 300	辅助机构及手动机械的支承面，液压管件和法兰的连接面
11 12	30 60	40 80	50 100	60 120	80 150	100 200	120 250	150 300	200 400	250 500	300 600	400 800	500 1 000	离合器的摩擦片，汽车发动机缸盖接合面

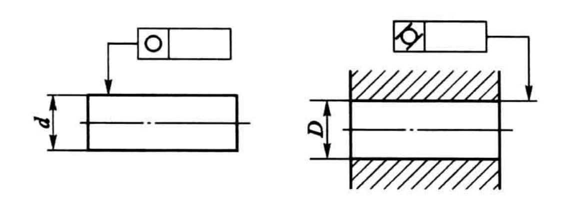
标注示例	说明	标注示例	说明
— 0.02	圆柱表面上任一素线必须位于轴向平面内，距离为公差值 0.02 mm 的两平行平面之间	— ϕ0.04 ϕd	ϕd 圆柱体的轴线必须位于直径为公差值 0.04 mm 的圆柱面内
— 0.02	棱线必须位于箭头所示方向，距离为公差值 0.02 mm 的两平行平面内	▱ 0.1	上表面必须位于距离为公差值 0.1 mm的两平行平面内

注：表中“应用举例”非 GB/T 1184—1996 内容，仅供参考。

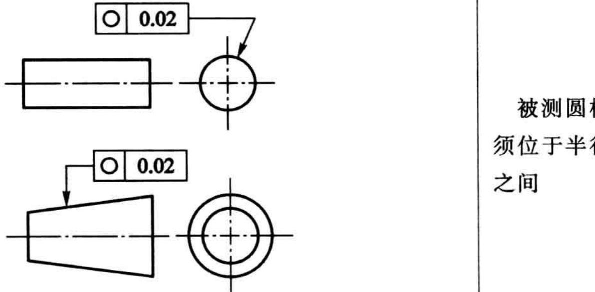
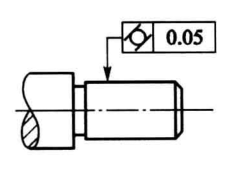
附表 3.10　圆度、圆柱度公差（GB/T 1184—1996 摘录）

μm

主参数 $d(D)$ 图例



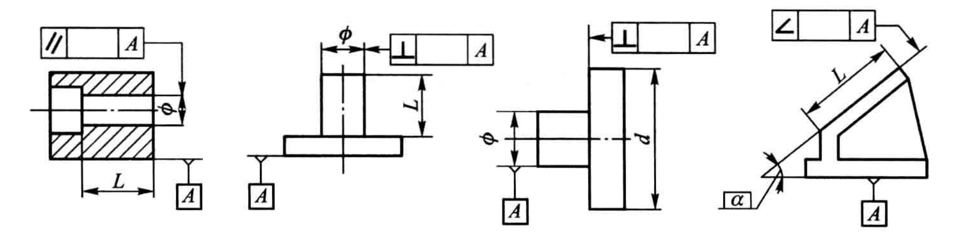
精度等级	主参数 $d(D)$/mm										应用举例
	>10~18	>18~30	>30~50	>50~80	>80~120	>120~180	>180~250	>250~315	>315~400	>400~500	
7 8	5 8	6 9	7 11	8 13	10 15	12 18	14 20	16 23	18 25	20 27	发动机的胀圈、活塞销及连杆中装衬套的孔等，千斤顶或压力油缸活塞，水泵及减速器轴颈，液压传动系统的分配机构，拖拉机气缸体与气缸套配合面，炼胶机冷铸轧辊
9 10	11 18	13 21	16 25	19 30	22 35	25 40	29 46	32 52	36 57	40 63	起重机、卷扬机用的滑动轴承，带软密封的低压泵的活塞和气缸。 通用机械杠杆与拉杆、拖拉机的活塞环与套筒孔

标注示例	说明
	被测圆柱（或圆锥）面任一正截面的圆周必须位于半径差为公差值 0.02 mm 的两同心圆之间
	被测圆柱面必须位于半径差为公差值 0.05 mm的两同轴圆柱面之间

注：同附表 3.9。

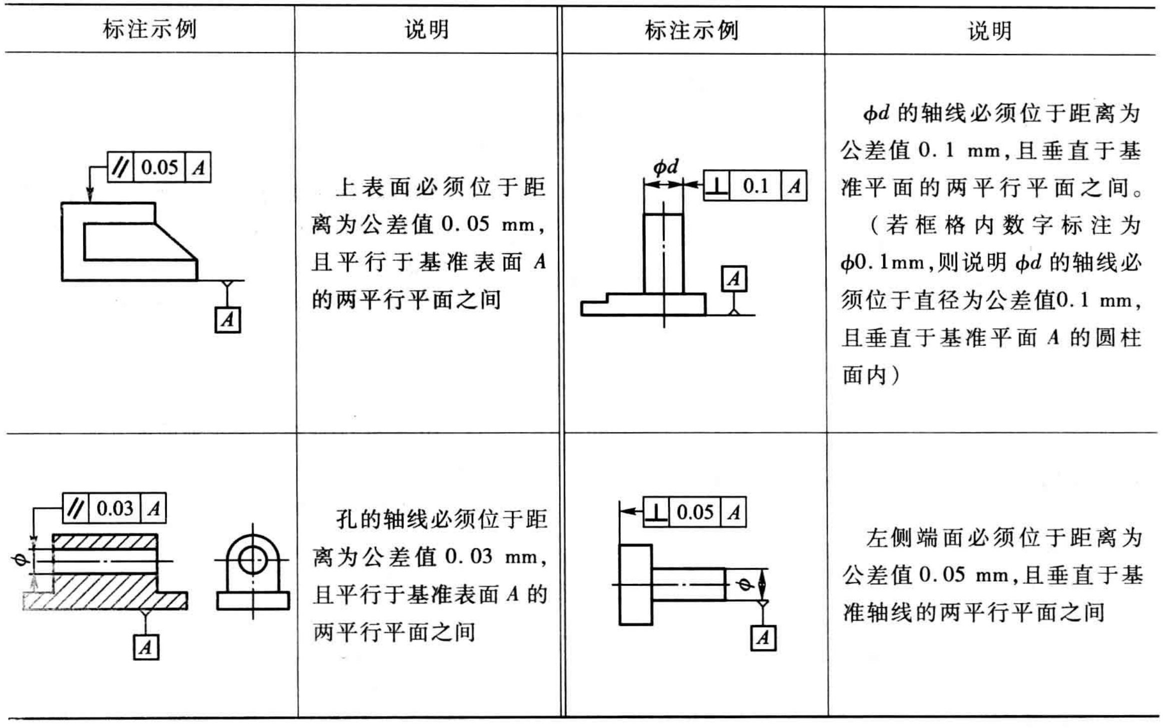
附表 3.11　平行度、垂直度、倾斜度公差(GB/T 1184—1996 摘录)　μm

主参数 $L,d(D)$ 图例



精度等级	主参数 $L,d(D)$/mm													应用举例	
	≤10	>10~16	>16~25	>25~40	>40~63	>63~100	>100~160	>160~250	>250~400	>400~630	>630~1 000	>1 000~1 600	>1 600~2 500	平行度	垂直度
7	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	一般机床零件的工作面或基准面，压力机和锻锤的工作面，中等精度钻模的工作面，一般刀、量、模具。机床一般轴承孔对基准面的要求，床头箱一般孔间要求，气缸轴线，变速器箱孔，主轴花键对定心直径，重型机械轴承盖的端面，卷扬机、手动传动装置中的传动轴	低精度机床主要基准面和工作面、回转工作台端面跳动，一般导轨，主轴箱体孔，刀架、砂轮架及工作台回转中心，机床轴肩、气缸配合面对其轴线，活塞销孔对活塞中心线以及装 P6、P0 级轴承壳体孔的轴线等
8	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300		
9	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	低精度零件，重型机械滚动轴承端盖。柴油机和煤气发动机的曲轴孔、轴颈等	花键轴轴肩端面、带式输送机法兰盘等端面对轴心线，手动卷扬机及传动装置中轴承端面、减速器壳体平面等
10	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800		

续表

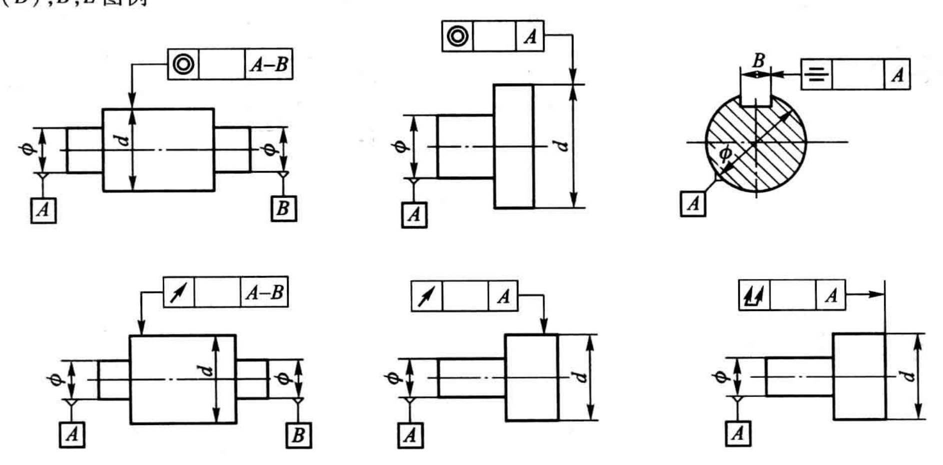


标注示例	说明	标注示例	说明
	上表面必须位于距离为公差值 0.05 mm，且平行于基准表面 *A* 的两平行平面之间		*ϕd* 的轴线必须位于距离为公差值 0.1 mm，且垂直于基准平面的两平行平面之间。（若框格内数字标注为 ϕ0.1mm，则说明 *ϕd* 的轴线必须位于直径为公差值0.1 mm，且垂直于基准平面 *A* 的圆柱面内）
	孔的轴线必须位于距离为公差值 0.03 mm，且平行于基准表面 *A* 的两平行平面之间		左侧端面必须位于距离为公差值 0.05 mm，且垂直于基准轴线的两平行平面之间

注：同附表 3.9。

附表 3.12　同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差（GB/T 1184—1996 摘录）　μm

主参数 $d(D)$，B，L 图例



续表

精度等级	主参数 $d(D)$、L、B/mm											应用举例
	>3 ~6	>6 ~10	>10 ~18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~120	>120 ~250	>250 ~500	>500 ~800	>800 ~1 250	>1 250 ~2 000	
7 8	8 12	10 15	12 20	15 25	20 30	25 40	30 50	40 60	50 80	60 100	80 120	8级和9级精度齿轮轴的配合面，拖拉机发动机分配轴轴颈，普通精度高速轴（1 000 r/min以下），长度在1 m以下的主传动轴，起重运输机的鼓轮配合孔和导轮的滚动面
9 10	25 50	30 60	40 80	50 100	60 120	80 150	100 200	120 250	150 300	200 400	250 500	10级和11级精度齿轮轴的配合面，发动机汽缸套配合面，水泵叶轮，离心泵泵件，摩托车活塞，自行车中轴

标注示例	说明	标注示例	说明
	ϕd 的轴线必须位于直径为公差值0.1 mm，且与公共基准轴线 $A-B$ 同轴的圆柱面内		ϕd 圆柱面绕公共基准轴线作无轴向移动旋转一周时，在任一测量平面内的径向跳动量均不得大于公差值0.05 mm
	键槽的中心面必须位于距离为公差值0.1 mm且相对于基准中心平面 A 对称配置的两平行平面之间		当零件绕基准轴线作无轴向移动旋转一周时，在右端面上任一测量圆柱面内轴向的跳动量均不得大于公差值0.05 mm

注：同附表3.9。

三、表面粗糙度

附表3.13　表面粗糙度主要评定参数 *Ra* 的数值系列（GB/T 3505—2009摘录）　μm

Ra	0.012 0.025	0.2 0.4	3.2 6.3	50 100	*Ra*	0.05 0.1	0.8 1.6	12.5 25	— —

注：在表面粗糙度参数常用的参数范围内（*Ra* 为0.025~6.3 μm），推荐优先选用 *Ra*。

附表 3.14　加工方法与表面粗糙度 *Ra* 值的关系（参考）　μm

加工方法		*Ra*	加工方法		*Ra*	加工方法		*Ra*
砂模铸造		80 ~ 20*	铰孔	粗铰	40 ~ 20	齿轮加工	插齿	5 ~ 1.25*
模型锻造		80 ~ 10		半精铰,精铰	2.5 ~ 0.32*		滚齿	2.5 ~ 1.25*
车外圆	粗车	20 ~ 10	拉削	半精拉	2.5 ~ 0.63		剃齿	1.25 ~ 0.32*
	半精车	10 ~ 2.5		精拉	0.32 ~ 0.16	切螺纹	板牙	10 ~ 2.5
	精车	1.25 ~ 0.32	刨削	粗刨	20 ~ 10		铣	5 ~ 1.25*
镗孔	粗镗	40 ~ 10		精刨	1.25 ~ 0.63		磨削	2.5 ~ 0.32*
	半精镗	2.5 ~ 0.63*	钳工加工	粗锉	40 ~ 10	镗磨		0.32 ~ 0.04
	精镗	0.63 ~ 0.32		细锉	10 ~ 2.5	研磨		0.63 ~ 0.16
圆柱铣和端铣	粗铣	20 ~ 5*		刮削	2.5 ~ 0.63	精研磨		0.08 ~ 0.02
	精铣	1.25 ~ 0.63*		研磨	1.25 ~ 0.08	抛光	一般抛	1.25 ~ 0.16
钻孔,扩孔		20 ~ 5	插削		40 ~ 2.5		精抛	0.08 ~ 0.04
锪孔,锪端面		5 ~ 1.25	磨削		5 ~ 0.01*			

注：1. 表中数据系指钢材加工而言；

2. * 为该加工方法可达到的 *Ra* 极限值。

附表 3.15　表面粗糙度符号、代号及其标注（GB/T 131—2006 摘录）

表面粗糙度符号及意义		表面粗糙度数值及其有关的规定在符号中注写的位置
符号	意义及说明	
	基本符号，表示表面可用任何方法获得，当不加注粗糙度参数值或有关说明（例如：表面处理、局部热处理状况等）时，仅适用于简化代号标注	a_1 a_2 b c(f) (e) d a_1、a_2——粗糙度高度参数代号及其数值（μm）； b ——加工要求、镀覆、涂覆、表面处理或其他说明等； c ——取样长度（mm）；或波纹度（μm）； d ——加工纹理方向符号； e ——加工余量（mm）； f ——粗糙度间距参数（mm）或轮廓支承长度率
	基本符号上加一短画，表示表面是用去除材料方法获得。例如：车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工、气割等	
	基本符号上加一小圆，表示表面是用不去除材料的方法获得。例如：铸、锻、冲压变形、热轧、冷轧、粉末冶金等。或者是用于保持原供应状况的表面（包括保持上道工序的状况）	
	在上述三个符号的长边上均可加一横线，用于标注有关参数和说明	
	在上述三个符号上均可加一小圆，表示所有表面具有相同的表面粗糙度要求	

附表 3.16 表面粗糙度标注示例

标注示例	含义
Rz 0.4	表示不允许去除材料，单向上限值，默认传输带，轮廓最大高度 0.4 μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）
Rz max 0.2	表示去除材料，单向上限值，轮廓最大高度的最大值 0.2 μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“最大规则”
U Ra max 3.2 L Ra 0.8	表示不允许去除材料，双向极限值，两极限值均使用默认传输带，单向上限值；算术平均偏差 3.2 μm，默认评定长度，“最大规则”；单向下限值；算术平均偏差 0.8 μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）
L Ra 1.6	表示任意加工方法，默认传输带，单向下限值，算术平均偏差 1.6 μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）
0.008–0.8/Ra 3.2	表示去除材料，单向上限值，传输带 0.008 ~ 0.8 mm，算术平均偏差 3.2 μm，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16% 规则”（默认）
–0.8/Ra 3 3.2	表示去除材料，单向上限值，传输带；根据 GB/T 6062，取样长度 0.8 μm，算术平均偏差 3.2 μm，评定长度包含 3 个取样长度，“16% 规则”（默认）
磨 Ra 1.6 ⊥ –2.5/Rzmax 6.3	两个单向上限值： ① Ra = 1.6 μm； “16% 规则”（默认）；默认传输带，默认评定长度； ② Rz max = 6.3 μm； 最大规则：传输带 –2.5 μm；默认评定长度，表面纹理垂直于视图的投影面；加工方法：磨削
铣 0.008–4/Ra 50 C 0.008–4/Ra 6.3	双向极限值：上限值 Ra = 50 μm，下限值 Ra = 6.3 μm； 两个传输带均为 0.008 ~ 4 mm； 默认的评定长度为 5 × 4 mm = 20 mm； “16% 规则”（默认）； 表面纹理呈近似同心圆且圆心与表面中心相关； 加工方法：铣削

附表 3.17 表面粗糙度要求在图样上的标注示例

μm

应用场合	图例	说明
表面粗糙度要求的注写方向	Rz 3.2　Ra 0.8　Rz 12.5　Rz 1.6	表面粗糙度的注写和读取方向与尺寸的注写和读取方向一致
表面粗糙度要求在轮廓线上或指引线上的标注	Ra 1.6　Rz 12.5　Rz 6.3　Ra 1.6　Rz 12.5　Rz 6.3 铣 Rz 3.2　车 Rz 3.2　ϕ28	表面粗糙度要求可标注在轮廓线上，其符号应从材料外指向并接触表面。必要时，表面粗糙度符号也可用带箭头或黑点的指引线引出标注
表面粗糙度要求在尺寸线上的标注	ϕ120H7 Rz 12.5 ϕ120h6 Rz 6.3	在不致引起误解时，表面粗糙度要求可以标注在给定的尺寸线上
表面粗糙度要求在形位公差框格上的标注	Ra 1.6　0.1 Rz 6.3　ϕ10±0.1　ϕ0.2 A B	表面粗糙度要求可标注在形位公差框格的上方

续表

应用场合	图例	说明
表面粗糙度要求在延长线上的标注	图 a 表面粗糙度要求标注在圆柱特征的延长线上 图 b 圆柱和棱柱的表面粗糙度要求的注法	表面粗糙度要求可以直接标注在延长线上 圆柱和棱柱表面的表面粗糙度要求只标注一次(图 a) 如果每个棱柱表面有不同的表面粗糙度要求,则应分别单独标注(图 b)
大多数表面有相同表面粗糙度要求的简化标注		如果工件的多数(包括全部)表面有相同的表面粗糙度要求,则其表面粗糙度要求可统一标注在图样的标题栏附近。此时(除全部表面有相同要求的情况外),表面粗糙度要求的符号后面应有:在圆括号内给出无任何其他标注的基本符号

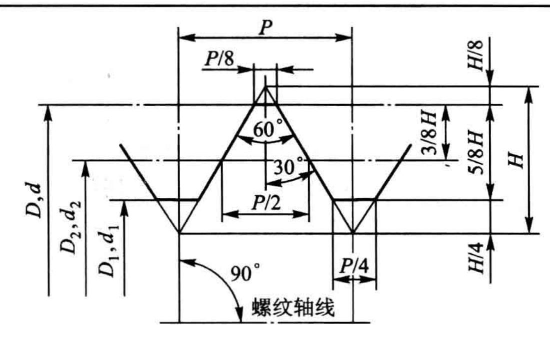
续表

应用场合	图例	说明
多个表面有共同表面粗糙度要求的注法	U Rz 1.6 =L Ra 0.8 Ra 3.2 图 a　在图纸空间有限时的简化注法 Ra 3.2 图 b　未指定工艺方法的多个表面粗糙度要求的简化注法 Ra 3.2 图 c　要求去除材料的多个表面粗糙度要求的简化注法 Ra 3.2 图 d　不允许去除材料的多个表面粗糙度要求的简化注法	当多个表面具有相同的表面粗糙度要求或图纸空间有限时，可以采用简化注法。 1. 可用带字母的完整符号，以等式的形式，在图形或标题栏附近，对有相同表面粗糙度要求的表面进行简化标注（图 a）。 2. 可用表面粗糙度基本图形符号，以等式的形式给出对多个表面共同的表面粗糙度要求（图 b、c、d）
两种或多种工艺获得的统一表面的注法	Fe/Ep·Cr25b Ra 0.8 Rz 1.6 ϕ50h7 同时给出镀覆前后的表面粗糙度要求的注法	有几种不同的工艺方法获得的同一表面，当需要明确每种工艺方法的表面结构要求时，可按照左图进行标注

附录4　螺纹

一、普通螺纹

附表 4.1　普通螺纹的直径与螺距(GB/T 193—2003 摘录)　　mm



标记示例:

公称直径 10 mm、右旋、公差带代号为 6h、中等旋合长度的普通粗牙螺纹标记为:

M10 - 6h

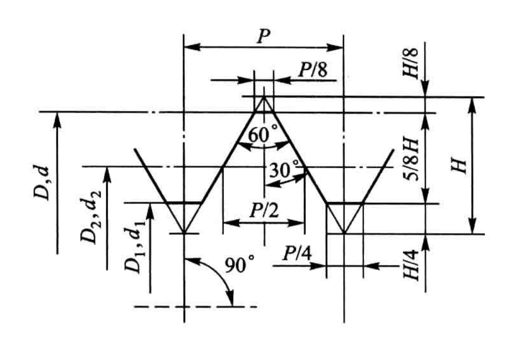
公称直径 d、D				螺距 P	公称直径 d、D				螺距 P
第一系列	第二系列	第三系列	粗牙	细牙	第一系列	第二系列	第三系列	粗牙	细牙
3			0.5	0.35			(28)		2,1.5,1
	3.5		(0.6)		30			3.5	(3),2,1.5,(1),(0.75)
4			0.7	0.5			(32)		2,1.5
	4.5		(0.75)			33		3.5	(3),2,1.5,(1),(0.75)
5			0.8				35		(1.5)
		5.5			36			4	3,2,1.5,(1)
6		7	1	0.75,(0.5)			(38)		1.5
8			1.25	1,0.75,(0.5)		39		4	3,2,1.5,(1)
		9	(1.25)				40		(3),(2),1.5
10			1.5	1.25,1,0.75,(0.5)	42	45		4.5	(4),3,2,1.5,(1)
		11	(1.5)	1,0.75,(0.5)	48			5	
12			1.75	1.5,1.25,1,(0.75),(0.5)			50		(3),(2),1.5
	14		2	1.5,(1.25),1,(0.75),(0.5)		52		5	(4),3,2,1.5(1)
		15		1.5,(1)			55		(4),(3),2,1.5
16			2	1.5,1,(0.75),(0.5)	56			5.5	4,3,2,1.5,(1)
		17		1.5,(1)			58		(4),(3),2,1.5
20	18		2.5	2,1.5,1,(0.75),(0.5)		60		(5.5)	4,3,2,1.5,(1)
	22			2,1.5,1,(0.75)			62		(4),(3),2,1.5
24			3	2,1.5,(1),(0.75)	64			6	4,3,2,1.5,(1)
		25		2,1.5,(1)			65		(4),(3),2,1.5
		(26)		1.5		68		6	4,3,2,1.5,(1)
	27		3	2,1.5,1,(0.75)			70		(6),(4),(3),2,1.5

注:1. 优先选用第一系列,其次是第二系列,第三系列尽可能不用;

2. M14 × 1.25 仅用于发动机的火花塞,M35 × 1.5 仅用于滚动轴承的锁紧螺母。

附表 4.2　普通螺纹基本尺寸(GB/T 196—2003 摘录)

mm



$H = 0.866P$

$d_2 = d - 0.649\ 5P$

$d_1 = d - 1.082\ 5P$

D、d—内、外螺纹大径

D_2、d_2—内、外螺纹中径

D_1、d_1—内、外螺纹小径

P—螺距

标记示例:

M20 - 6H(公称直径 20 粗牙右旋内螺纹,中径和大径的公差带均为 6H)

M20 - 6g(公称直径 20 粗牙右旋外螺纹,中径和大径的公差带均为 6g)

M20 - 6H/6g(上述规格的螺纹副)

M20 × 2 左 - 5g6g - s(公称直径 20、螺距 2 的细牙左旋外螺纹,中径、大径的公差带分别为 5g、6g,短旋合长度)

公称直径 D、d		螺距	中径	小径	公称直径 D、d		螺距	中径	小径	公称直径 D、d		螺距	中径	小径
第一系列	第二系列	P	D_2、d_2	D_1、d_1	第一系列	第二系列	P	D_2、d_2	D_1、d_1	第一系列	第二系列	P	D_2、d_2	D_1、d_1
3		**0.5**	2.675	2.459		18	**1.5**	17.026	16.376		39	**2**	37.701	36.835
		0.35	2.773	2.621			1	17.350	16.917			1.5	38.026	37.376
	3.5	(**0.6**)	3.110	2.850	20		**2.5**	18.376	17.294	42		**4.5**	39.077	37.129
		0.35	3.273	3.121			2	18.701	17.835			3	40.051	38.752
4		**0.7**	3.545	3.242			1.5	19.026	18.376			2	40.701	39.835
		0.5	3.675	3.459			1	19.350	18.917			1.5	41.026	40.376
	4.5	(**0.75**)	4.013	3.688		22	**2.5**	20.376	19.294		45	**4.5**	42.077	40.129
		0.5	4.175	3.959			2	20.701	19.835			3	43.051	41.752
5		**0.8**	4.480	4.134			1.5	21.026	20.376			2	43.701	42.835
		0.5	4.675	4.459			1	21.350	20.917			1.5	44.026	43.376
6		**1**	5.350	4.917	24		**3**	22.051	20.752	48		**5**	44.752	42.587
		0.75	5.513	5.188			2	22.701	21.835			3	46.051	44.752
8		**1.25**	7.188	6.647			1.5	23.026	22.376			2	46.701	45.835
		1	7.350	6.917			1	23.350	22.917			1.5	47.026	46.376
		0.75	7.513	7.188		27	**3**	25.051	23.752		52	**5**	48.752	46.587
10		**1.5**	9.026	8.376			2	25.701	24.835			3	50.051	48.752
		1.25	9.188	8.647			1.5	26.026	25.376			2	50.701	49.835
		1	9.350	8.917			1	26.350	25.917			1.5	51.026	50.376
		0.75	9.513	9.188	30		**3.5**	27.727	26.211	56		**5.5**	52.428	50.046
12		**1.75**	10.863	10.106			2	28.701	27.835			4	53.402	51.670
		1.5	11.026	10.376			1.5	29.026	28.376			3	54.051	52.752
		1.25	11.188	10.647			1	29.350	28.917			2	54.701	53.835
		1	11.350	10.917		33	**3.5**	30.727	29.211			1.5	55.026	54.376
	14	**2**	12.701	11.835			2	31.701	30.835		60	(**5.5**)	56.428	54.046
		1.5	13.026	12.376			1.5	32.026	31.376			4	57.402	55.670
		1	13.350	12.917	36		**4**	33.402	31.670			3	58.051	56.752
16		**2**	14.701	13.835			3	34.051	32.752			2	58.701	57.835
		1.5	15.026	14.376			2	34.701	33.835			1.5	59.026	58.376
		1	15.350	14.917			1.5	35.026	34.376	64		**6**	60.103	57.505
	18	**2.5**	16.376	15.294		39	**4**	36.402	34.670			4	61.402	59.670
		2	16.701	15.835			3	37.051	35.572			3	62.051	60.752

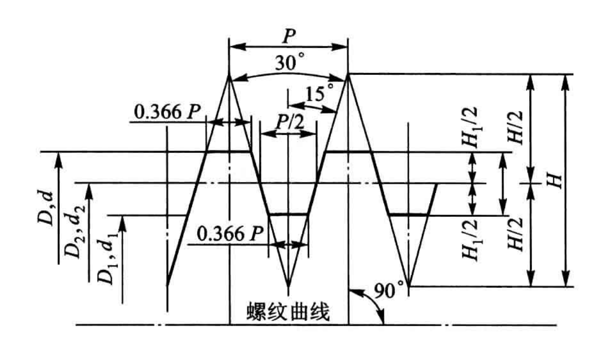
注:1. "螺距 P"栏中第一个数值(黑体字)为粗牙螺距,其余为细牙螺距;

2. 优先选用第一系列,其次第二系列,第三系列(表中未列出)尽可能不用;

3. 括号内尺寸尽可能不用。

二、 梯形螺纹

附表 4.3 梯形螺纹的直径与螺距(GB/T 5796.2—2005 摘录) mm



标记示例:

公称直径 40 mm、螺距 7 mm、右旋、中径公差代号 7e、中等旋合长度的外螺纹标记为:

Tr40 × 7 − 7e

公称直径 40 mm、螺距 7 mm、左旋、中径公差代号 7H、长旋合长度的内螺纹标记为:

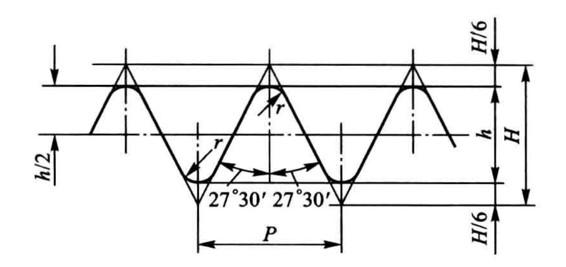
Tr40 × 7LH − 7H − L

公称直径		螺距			公称直径		螺距		
第一系列	第二系列				第一系列	第二系列			
8			1.5*		32		10	6*	3
	9		2*	1.5		34	10	6*	3
10			2*	1.5	36		10	6*	3
	11	3	2*			38	10	7*	3
12		3*	2		40		10	7*	3
	14		3*	2		42	10	7*	3
16			4*	2	44		12	7*	3
	18		4*	2		46	12	8*	3
20			4*	2	48		12	8*	3
	22	8	5*	3		50	12	8*	3
24		8	5*	3	52		12	8*	3
	26	8	5*	3		55	14	9*	3
28		8	5*	3	60		14	9*	3
	30	10	6*	3					

注:应优先选择第一系列的直径,在每个直径所对应的诸螺距中优先选择加 * 的螺距。

三、 管螺纹

附表 4.4　55°非密封管螺纹的基本尺寸(GB/T 7307—2001 摘录)



标记示例:

尺寸代号为 3/4、右旋、非螺纹密封的管螺纹标记为:

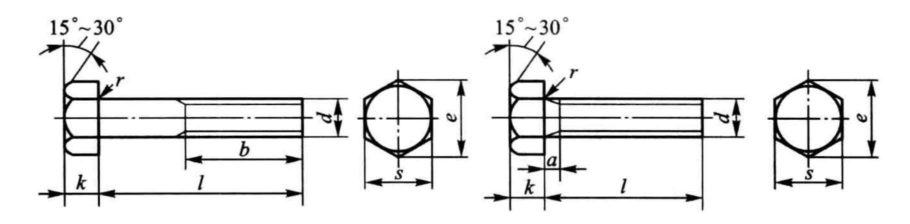
G3/4

尺寸代号	每 25.4 mm 内的牙数 n	螺距 P /mm	基本直径			尺寸代号	每 25.4 mm 内的牙数 n	螺距 P /mm	基本直径		
			大径 $d=D$ /mm	中径 $d_2=D_2$ /mm	小径 $d_1=D_1$ /mm				大径 $d=D$ /mm	中径 $d_2=D_2$ /mm	小径 $d_1=D_1$ /mm
1/8	28	0.907	9.728	9.147	8.566	11/4	11	2.309	41.910	40.431	38.952
1/4	19	1.337	13.157	12.301	11.445	11/4		2.309	47.803	46.324	44.845
3/8		1.337	16.662	15.806	14.950	13/4		2.309	53.764	52.267	50.788
1/2	14	1.814	20.955	19.793	18.631	2		2.309	59.614	58.135	56.656
5/8		1.814	22.911	21.749	20.587	21/4		2.309	65.710	64.231	62.752
3/4		1.814	26.441	25.279	24.117	21/2		2.309	75.148	73.705	72.226
7/8		1.814	30.201	29.039	27.877	23/4		2.309	81.534	80.055	78.576
1	11	2.309	33.249	31.770	30.291	3		2.309	87.884	86.405	84.926
11/8		2.319	37.897	36.418	34.939	31/4		2.309	100.330	98.851	97.372

附录5 常用标准件

附表5.1 六角头螺栓C级和六角头螺栓全螺纹C级(GB/T 5780、5781—2000摘录) mm

六角头螺栓C级(GB/T 5780—2000)　　六角头螺栓全螺纹C级(GB/T 5781—2000)



标记示例：

螺纹规格 d=M12、公称长度 l=80 mm、性能等级为4.8级、不经表面处理、C级的六角头螺栓：螺栓 GB/T 5780 M12×80

螺纹规格 d	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36
s(公称)	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46	55
k(公称)	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7	22.5
r(最小)	0.2	0.25	0.4		0.6				0.8			1		
e(最小)	8.6	10.9	14.2	17.6	19.9	22.8	26.2	29.6	33	37.3	39.6	45.2	50.9	60.8
a(最大)	2.4	3	4	4.5	5.3	6		7.5				9	10.5	12
b(参考) l≤125	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78
b(参考) 125<l≤200	—	—	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84
b(参考) l>200	—	—	—	—	—	53	57	61	65	69	73	79	85	97
l(公称) GB/T 5780—2000	25~50	30~60	40~80	45~100	55~120	60~140	65~160	80~180	80~200	90~220	100~240	110~260	120~300	140~360
全螺纹长度 l GB/T 5781—2000	10~50	12~60	16~80	20~100	25~120	30~140	35~160	35~180	40~200	45~220	50~240	55~280	60~300	70~360
100 mm长的质量/kg	0.013	0.020	0.037	0.063	0.090	0.127	0.172	0.223	0.282	0.359	0.424	0.566	0.721	1.100
l系列(公称)	10,12,16,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,80,90,100,110,120,130,140,150,160,180,200,220,240,260,280,300,320,340,360,380,400,420,440,460,480,500													

技术条件					
技术条件	GB/T 5780 螺纹公差:8g GB/T 5781 螺纹公差:8g	材料:钢	性能等级:d≤39,3.6、4.6,4.8;d>39,按协议	表面处理:不经处理,电镀,非电解锌粉覆盖	产品等级:C

注:1. M5~M36为商品规格,为销售储备的产品最通用的规格;

2. M42~M64为通用规格,较商品规格低一档,有时买不到要现制造;

3. 带括号的为非优选的螺纹规格(其他各表均相同),非优选螺纹规格除表列外还有(M33)、(M39)、(M45)、(M52)和(M60);

4. 末端按GB/T 2规定;

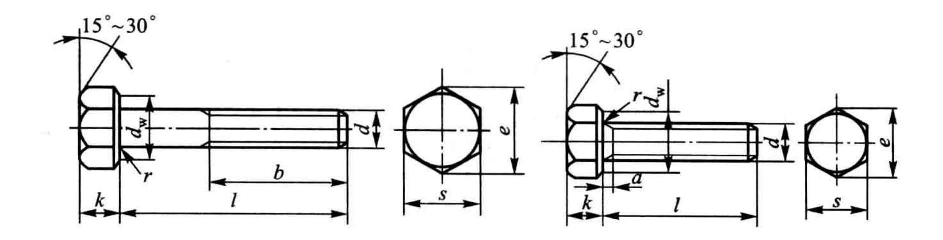
5. 标记示例"螺栓 GB/T 5780 M12×80"为简化标记,它代表了标记示例的各项内容,此标准件为常用及大量供应的,与标记示例内容不同的不能用简化标记,应按GB/T 1237规定标记;

6. 表面处理:电镀技术要求按GB/T 5267.1;非电解锌粉覆盖技术要求按ISO 10683;如需其他表面镀层或表面处理,应由双方协议;

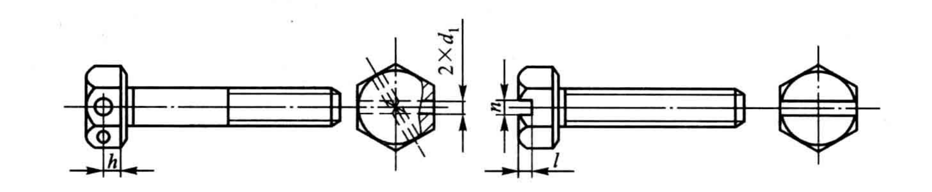
7. GB/T 5780增加了短规格,推荐采用GB/T 5781全螺纹螺栓。

附表 5.2 六角头螺栓（GB/T 5782、5783—2000，GB/T 32.1、29.1—1988 摘录） mm

六角头螺栓（GB/T 5782—2000） 六角头螺栓全螺纹（GB/T 5783—2000）



六角头头部带孔螺栓 A 级和 B 级（GB/T 32.1—1988） 六角头头部带槽螺栓 A 级和 B 级（GB/T 29.1—1988）



其余的形式与尺寸按 GB/T 5782 规定 其余的形式与尺寸按 GB/T 5783 规定

标记示例：

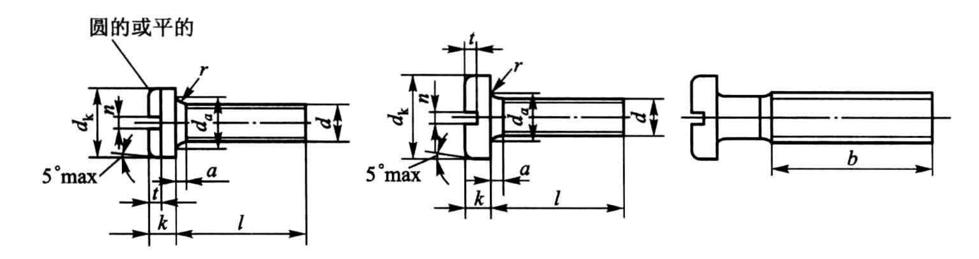
螺纹规格 d = M12、公称长度 l = 80 mm、性能等级为 8.8 级、表面氧化、A 级的六角头螺栓：螺栓 GB/T 5782 M12 × 80

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36
s 公称		3.2	4	5	5.5	7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46	55
k 公称		1.1	1.4	1.7	2	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7	22.5
r_{min}		0.1				0.2		0.25	0.4		0.6				0.8			1		
e_{min}	A	3.41	4.32	5.45	6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.36	26.75	30.14	33.53	37.72	39.98	—	—	—
	B	3.28	4.18	5.31	5.88	7.50	8.63	10.89	14.20	17.59	19.85	22.78	26.17	29.56	32.95	37.29	39.55	45.2	50.85	60.79
d_{wmin}	A	2.27	3.07	4.07	4.57	5.88	6.88	8.88	11.63	14.63	16.63	19.64	22.49	25.34	28.19	31.71	33.61	—	—	—
	B	2.3	2.95	3.95	4.45	5.74	6.74	8.74	11.47	14.47	16.47	19.15	22	24.85	27.7	31.35	33.25	38	42.75	51.11
b 参考	l≤125	9	10	11	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	—
	125 < l ≤200	15	16	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84
	l >200	28	29	30	31	33	35	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	79	85	97
a		—	—	—	1.5	2.1	2.4	3	3.75	4.5	5.25	6		7.5			9		10.5	12
h		—	—	—	0.8	1.2		1.6	2	2.5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

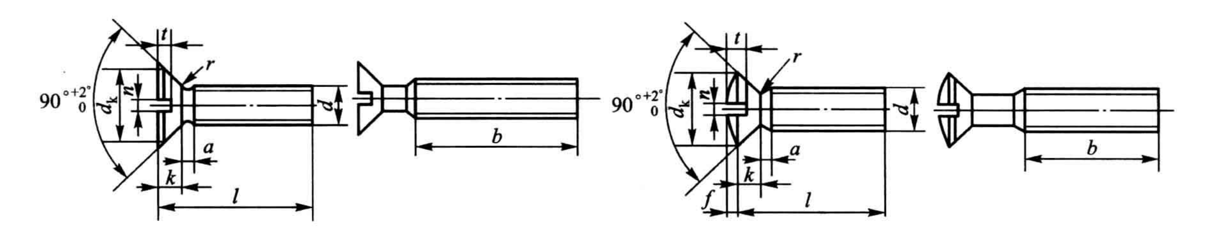
附表 5.3　开槽螺钉（GB/T 65、67、68、69—2000 摘录）

mm

开槽圆柱头螺钉（GB/T 65—2000）　　开槽盘头螺钉（GB/T 67—2000）



开槽沉头螺钉（GB/T 68—2000）　　开槽半沉头螺钉（GB/T 69—2000）



标记示例：

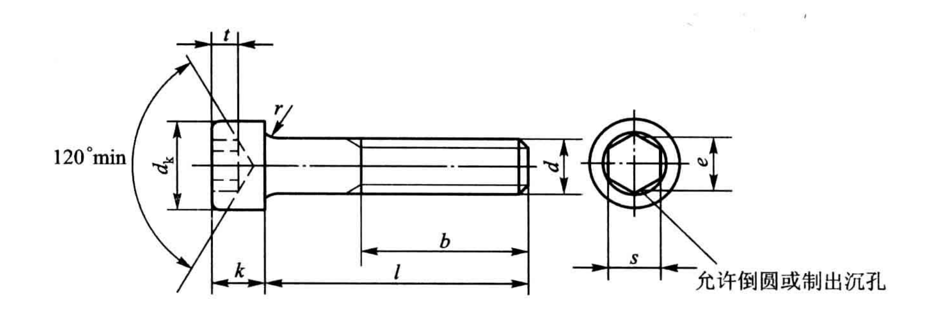
螺纹规格 d = M5、公称长度 l = 20 mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的开槽圆柱头螺钉：

螺钉 GB/T 65　M5 × 20

螺纹规格 d		M3	(M3.5)	M4	M5	M6	M8	M10
a max		1	1.2	1.4	1.6	2	2.5	3
b min		25	38					
n 公称		0.8	1	1.2		1.6	2	2.5
GB/T 65	d_k max	5.5	6	7	8.5	10	13	16
	k max	2	2.4	2.6	3.3	3.9	5	6
	t min	0.85	1	1.1	1.3	1.6	2	2.4
	d_a max	3.6	4.1	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2
	r min	0.1		0.2		0.25	0.4	
	商品规格长度 l	4 ~ 30	5 ~ 35	5 ~ 40	6 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
	全螺纹长度 l	4 ~ 30	5 ~ 40	5 ~ 40	6 ~ 40	8 ~ 40	10 ~ 40	12 ~ 40
GB/T 67	d_k max	5.6	7	8	9.5	12	16	20
	k max	1.8	2.1	2.4	3	3.6	4.8	6
	t min	0.7	0.8	1	1.2	1.4	1.9	2.4
	d_a max	3.6	4.1	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2
	r min	0.1		0.2		0.25	0.4	
	商品规格长度 l	4 ~ 30	5 ~ 35	5 ~ 40	6 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
	全螺纹长度 l	4 ~ 30	5 ~ 40	5 ~ 40	6 ~ 40	8 ~ 40	10 ~ 40	12 ~ 40
GB/T 68 GB/T 69	d_k max	5.5	7.3	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
	k max	1.65	2.35	2.7		3.3	4.65	5
	r max	0.8	0.9	1	1.3	1.5	2	2.5
	t min GB/T 68	0.6	0.9	1	1.1	1.2	1.8	2
	t min GB/T 69	1.2	1.45	1.6	2	2.4	3.2	3.8
	f	0.7	0.8	1	1.2	1.4	2	2.3
	商品规格长度 l	5 ~ 30	6 ~ 35	6 ~ 40	8 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 80
	全螺纹长度 l	5 ~ 30	6 ~ 45	6 ~ 45	8 ~ 45	8 ~ 45	10 ~ 45	12 ~ 45

附表 5.4 内六角圆柱头螺钉的基本规格(GB/T 70.1—2008 摘录)

mm



标记示例:

螺纹规格 d = M5、公称长度 l = 20 mm、性能等级为 8.8 级,表面氧化的内六角圆柱头螺钉:

螺钉 GB/T 70.1 M5 × 20

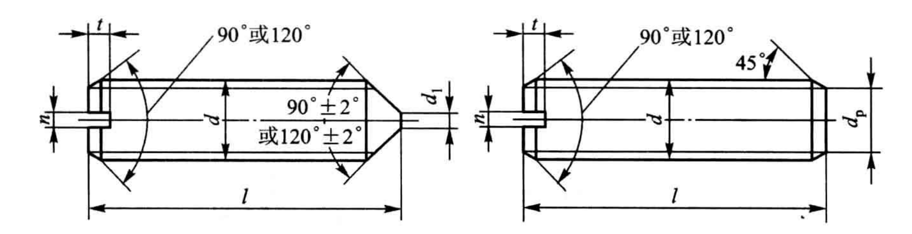
螺纹规格 d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	M20	M24	M30	M36
d_k	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	30	36	45	54
k_{max}	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36
t	1.3	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	12	15.5	19
r	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1	1
s_{min}	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	17	19	22	27
e_{min}	2.9	3.4	4.6	5.7	6.9	9.2	11.4	13.7	16	19	21.7	25.2	30.9
b(参考)	18	20	22	24	28	32	36	40	44	52	60	72	84
l	5 ~ 30	6 ~ 40	8 ~ 50	10 ~ 60	12 ~ 80	16 ~ 100	20 ~ 120	25 ~ 140	25 ~ 160	30 ~ 200	40 ~ 200	45 ~ 260	55 ~ 200
全螺纹时最大长度	20	25	25	30	35	40	45	55 (65)	55	65	80	90	110
l 系列	2.5,3,4,5,6,8,10,12,(14),(16),20,25,30,35,40,45,50,(55),60,(65),70,80,90,100,110,120,130,140,150,160,180,200												

注:1. 尽可能不采用括号内的规格;

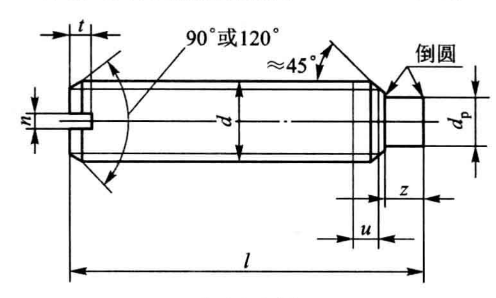
2. $e_{min} = 1.14\ s_{min}$。

附表 5.5　开槽锥端、平端、长圆柱端紧定螺钉的基本规格(GB/T 71、73、75—1985 摘录)　mm

开槽锥端紧定螺钉(GB/T 71—1985)　　开槽平端紧定螺钉(GB/T 73—1985)



开槽长圆柱端紧定螺钉(GB/T 75—1985)



标记示例:

螺纹规格 d = M5、公称长度 l = 12 mm、性能等级为 14H,表面氧化的开槽锥端紧定螺钉标记为:

螺钉　GB/T 71　M5 × 12 - 14H

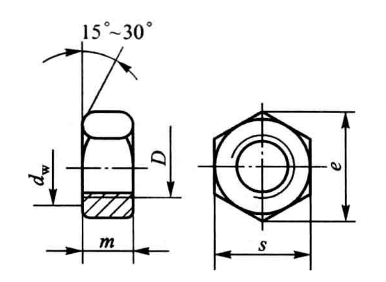
d			M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
P	GB/T 71—1985 GB/T 73—1985 GB/T 75—1985		0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75
d_1	GB/T 75—1985		0.3	0.4	0.5	1.5	2	2.5	3
d_p max	GB/T 73—1985 GB/T 75—1985		2	2.5	3.5	4	5.5	7	8.5
n 公称	GB/T 71—1985 GB/T 73—1985 GB/T 75—1985		0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2
t_{min}	GB/T 71—1985 GB/T 73—1985 GB/T 75—1985		0.8	1.12	1.28	1.6	2	2.4	2.8
z_{min}	GB/T 75—1985		1.5	2	2.5	3	4	5	6
倒角和锥顶角	GB/T 71—1985	120°	l≤3	l≤4	l≤5	l≤6	l≤8	l≤10	l≤12
		90°	l≥4	l≥5	l≥6	l≥8	l≥10	l≥12	l≥14
	GB/T 73—1985	120°	l≤3	l≤4	l≤5	l≤6		l≤8	l≤10
		90°	l≥4	l≥5	l≥6	l≥8		l≥10	l≥12
	GB/T 75—1985	120°	l≤5	l≤6	l≤8	l≤10	l≤14	l≤16	l≤20
		90°	l≥6	l≥8	l≥10	l≥12	l≥16	l≥20	l≥25
l 公称	商品规格范围	GB/T 71—1985	4 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 60
		GB/T 73—1985	3 ~ 16	4 ~ 20	5 ~ 25	6 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60
		GB/T 75—1985	5 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 60
	系列值	2,2.5,3,4,5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,(55),60							

注:1. l 系列值中,尽可能不采用括号内的规格;

2. P 为螺距。

附表 5.6　六角螺母 C 级和六角薄螺母(GB/T 41、6174—2000 摘录)　　mm

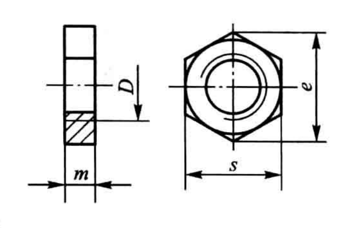
六角螺母 C 级(GB/T 41—2000)　　　　六角薄螺母无倒角(GB/T 6174—2000)



标记示例:

螺纹规格 D = M12、性能等级为 5 级、不经表面处理、产品等级为 C 级的六角螺母:

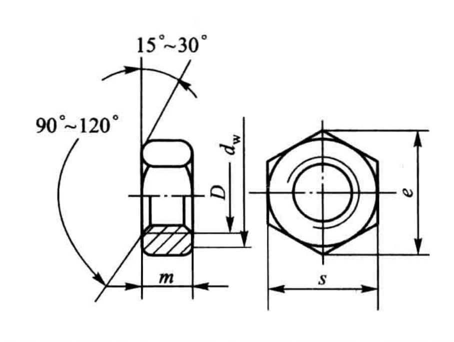
螺母 GB/T 41 M12



标记示例:

螺纹规格 D = M6、力学性能为 110 HV、不经表面处理、B 级的六角薄螺母:

螺母 GB/T 6174 M6



1 型六角螺母(GB/T 6170—2000)

六角薄螺母(GB/T 6172.1—2000)

标记示例:

螺纹规格 D = M12、性能等级为 10 级、不经表面处理、A 级的 1 型六角螺母:

螺母 GB/T 6170　M12

螺纹规格 D = M12、性能等级为 04 级、不经表面处理、A 级的六角薄螺母:

螺母 GB/T 6172.1　M12

螺纹规格 D		M3	(M3.5)	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36
e min	1①	5.9	6.4	7.5	8.6	10.9	14.2	17.6	19.9	22.8	26.2	29.6	33	37.3	39.6	45.2	50.9	60.8
	2②	6	6.6	7.7	8.8	11	14.4	17.8	20	23.4	26.8	29.6	33	37.3	39.6	45.2	50.9	60.8
s 公称		5.5	6	7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46	55
d_w min	1①	—	—	—	6.7	8.7	11.5	14.5	16.5	19.2	22	24.9	27.7	31.4	33.3	38	42.8	51.1
	2②	4.6	5.1	5.9	6.9	8.9	11.6	14.6	16.6	19.6	22.5	24.9	27.7	31.4	33.3	38	42.8	51.1
m_{max}	GB/T 6170	2.4	2.8	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	12.8	14.8	15.8	18	19.4	21.5	23.8	25.6	31
	GB/T 6172.1 GB/T 6174	1.8	2	2.2	2.7	3.2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13.5	15	18
	GB/T 41	—	—	—	5.6	6.4	7.9	9.5	12.2	13.9	15.9	16.9	19	20.2	22.3	24.7	26.4	31.9

① 为 GB/T 41 及 GB/T 6174 的尺寸;② 为 GB/T 6170 及 GB/T 6172.1 的尺寸。

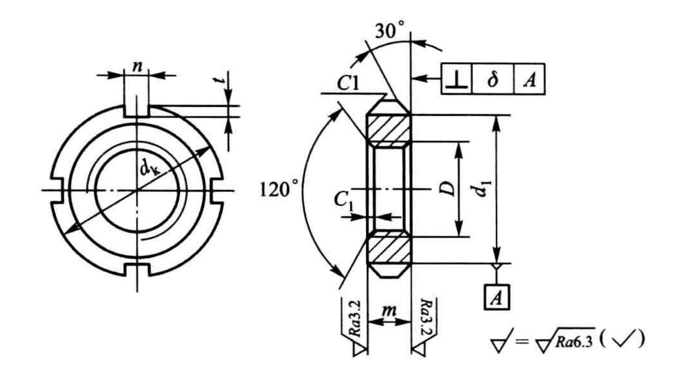
注:1. A 级用于 $D \leqslant 16$ mm,B 级用于 $D > 16$ mm 的螺母;

2. 尽量不采用括号中的尺寸,除表中所列外,还有(M33)、(M39)、(M45)、(M52)和(M60);

3. GB/T 41 的螺纹规格为 M5 ~ M60;GB/T 6174 的螺纹规格为 M1.6 ~ M10。

附表 5.7 圆螺母(GB/T 812—1988 摘录)

mm



标记示例:

螺纹规格 D = M16 × 1.5、材料为 45 钢、槽或全部热处理后硬度 35 ~ 45 HRC、表面氧化的圆螺母:

螺母 GB/T 812　M16 × 1.5

<table>
<tr><th>D</th><th>d_k</th><th>d_1</th><th>m</th><th>n</th><th>t</th><th>C</th><th>C_1</th></tr>
<tr><td>M10 × 1</td><td>22</td><td>16</td><td rowspan="6">8</td><td rowspan="3">4</td><td rowspan="3">2</td><td rowspan="7">0.5</td><td rowspan="22">0.5</td></tr>
<tr><td>M12 × 1.25</td><td>25</td><td>19</td></tr>
<tr><td>M14 × 1.5</td><td>28</td><td>20</td></tr>
<tr><td>M16 × 1.5</td><td>30</td><td>22</td><td rowspan="8">5</td><td rowspan="8">2.5</td></tr>
<tr><td>M18 × 1.5</td><td>32</td><td>24</td></tr>
<tr><td>M20 × 1.5</td><td>35</td><td>27</td></tr>
<tr><td>M22 × 1.5</td><td>38</td><td>30</td><td rowspan="12">10</td></tr>
<tr><td>M24 × 1.5</td><td>42</td><td>34</td><td rowspan="7">1</td></tr>
<tr><td>M25 × 1.5*</td><td>42</td><td>34</td></tr>
<tr><td>M27 × 1.5</td><td>45</td><td>37</td></tr>
<tr><td>M30 × 1.5</td><td>48</td><td>40</td></tr>
<tr><td>M33 × 1.5</td><td>52</td><td>43</td><td rowspan="7">6</td><td rowspan="7">3</td></tr>
<tr><td>M35 × 1.5*</td><td>52</td><td>43</td></tr>
<tr><td>M36 × 1.5</td><td>55</td><td>46</td></tr>
<tr><td>M39 × 1.5</td><td>58</td><td>49</td><td rowspan="10">1.5</td></tr>
<tr><td>M40 × 1.5*</td><td>58</td><td>49</td></tr>
<tr><td>M42 × 1.5</td><td>62</td><td>53</td></tr>
<tr><td>M45 × 1.5</td><td>68</td><td>59</td></tr>
<tr><td>M48 × 1.5</td><td>72</td><td>61</td><td rowspan="6">12</td><td rowspan="6">8</td><td rowspan="6">3.5</td></tr>
<tr><td>M50 × 1.5*</td><td>72</td><td>61</td></tr>
<tr><td>M52 × 1.5</td><td>78</td><td>67</td></tr>
<tr><td>M55 × 2*</td><td>78</td><td>67</td></tr>
<tr><td>M56 × 2</td><td>85</td><td>74</td><td rowspan="2">1</td></tr>
<tr><td>M60 × 2</td><td>90</td><td>79</td></tr>
</table>

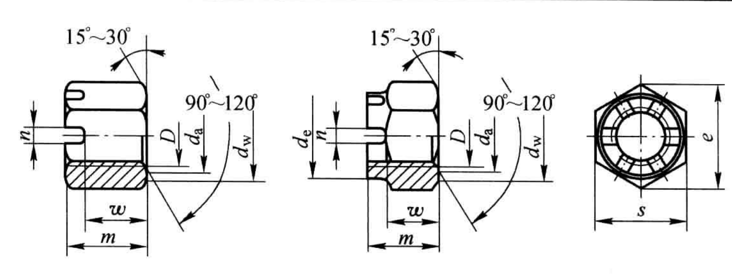
<table>
<tr><th>D</th><th>d_k</th><th>d_1</th><th>m</th><th>n</th><th>t</th><th>C</th><th>C_1</th></tr>
<tr><td>M64 × 2</td><td>95</td><td>84</td><td rowspan="3">12</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">3.5</td><td rowspan="19">1.5</td><td rowspan="19">1</td></tr>
<tr><td>M65 × 2*</td><td>95</td><td>84</td></tr>
<tr><td>M68 × 2</td><td>100</td><td>88</td><td rowspan="6">10</td><td rowspan="6">4</td></tr>
<tr><td>M72 × 2</td><td>105</td><td>93</td><td rowspan="5">5</td></tr>
<tr><td>M75 × 2*</td><td>105</td><td>93</td></tr>
<tr><td>M76 × 2</td><td>110</td><td>98</td></tr>
<tr><td>M80 × 2</td><td>115</td><td>103</td></tr>
<tr><td>M85 × 2</td><td>120</td><td>108</td></tr>
<tr><td>M90 × 2</td><td>125</td><td>112</td><td rowspan="5">18</td><td rowspan="4">12</td><td rowspan="4">5</td></tr>
<tr><td>M95 × 2</td><td>130</td><td>117</td></tr>
<tr><td>M100 × 2</td><td>135</td><td>122</td></tr>
<tr><td>M105 × 2</td><td>140</td><td>127</td></tr>
<tr><td>M110 × 2</td><td>150</td><td>135</td><td rowspan="6">14</td><td rowspan="6">6</td></tr>
<tr><td>M115 × 2</td><td>155</td><td>140</td><td rowspan="4">22</td></tr>
<tr><td>M120 × 2</td><td>160</td><td>145</td></tr>
<tr><td>M125 × 2</td><td>165</td><td>150</td></tr>
<tr><td>M130 × 2</td><td>170</td><td>155</td></tr>
<tr><td>M140 × 2</td><td>180</td><td>165</td><td rowspan="4">26</td></tr>
<tr><td>M150 × 2</td><td>200</td><td>180</td><td rowspan="6">16</td><td rowspan="6">7</td></tr>
<tr><td>M160 × 3</td><td>210</td><td>190</td><td rowspan="5">2</td><td rowspan="5">1.5</td></tr>
<tr><td>M170 × 3</td><td>220</td><td>200</td></tr>
<tr><td>M180 × 3</td><td>230</td><td>210</td><td rowspan="3">30</td></tr>
<tr><td>M190 × 3</td><td>240</td><td>220</td></tr>
<tr><td>M200 × 3</td><td>250</td><td>230</td></tr>
</table>

注:1. 当 $D \leqslant$ M100 × 2 时,槽数 $n = 4$;当 $D \geqslant$ M105 × 2 时,槽数 $n = 6$;

2. 标有 * 者仅用滚动轴承锁紧装置。

附表 5.8　1 型六角开槽螺母—A 级和 B 级(GB/T 6178—1986 摘录)

mm



标记示例：

螺纹规格 D = M5、性能等级为 8 级、不经表面处理、A 级的 1 型六角开槽螺母的标记示例：

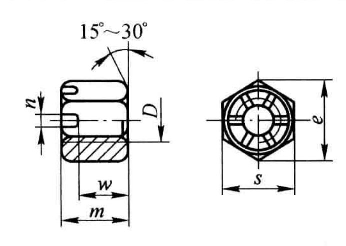
螺母 GB/T 6178　M5

螺纹规格 D		M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	M20	M24	M30	M36
d_e	max	—	—	—	—	—	—	—	—	28	34	42	50
m	max	5	6.7	7.7	9.8	12.4	15.8	17.8	20.8	24	29.5	34.6	40
n	min	1.2	1.4	2	2.5	2.8	3.5	3.5	4.5	4.5	5.5	7	7
w	max	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	12.8	14.8	18	21.5	25.6	31
s	max	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55
开口销		1×10	1.2×12	1.6×14	2×16	2.5×20	3.2×22	3.2×25	4×28	4×36	5×40	6.3×50	6.3×63

注：尽可能不采用括号内的规格。

附表 5.9　C 级 1 型六角开槽螺母(GB/T 6179—1986 摘录)

mm



标记示例：

螺纹规格 D = M5、性能等级为 5 级、不经表面处理、C 级 1 型六角开槽螺母的标记：

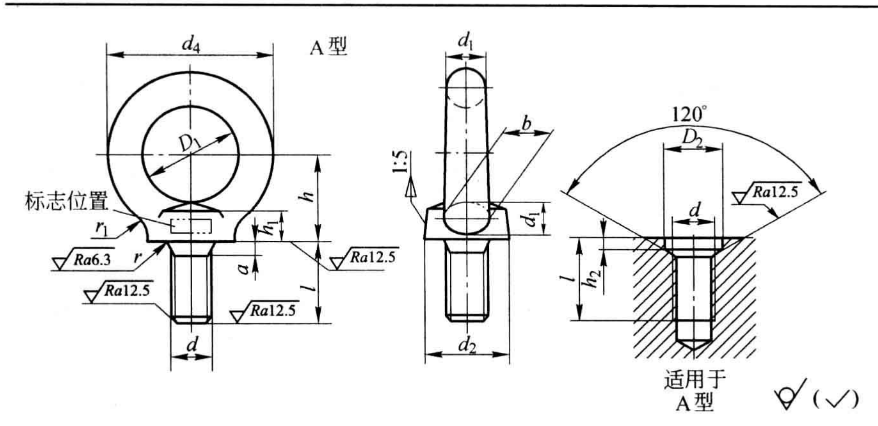
螺母　GB/T 6179　M5

螺纹规格 D(6H)		M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	M20	M24	M30	M36
e	min	8.63	10.89	14.20	17.59	19.85	22.78	26.17	32.95	39.55	50.85	60.79
s	max	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55
	min	7.64	9.64	12.57	15.57	17.57	20.16	23.16	29.16	35	45	53.8
m	max	7.6	8.9	10.94	13.54	17.17	18.9	21.9	25	30.3	35.4	40.9
w	max	5.6	6.4	7.94	9.54	12.17	13.9	15.9	19	22.3	26.4	31.9
	min	4.4	4.9	6.44	8.04	10.37	12.1	14.1	16.9	20.2	24.3	29.4
n	min	1.4	2	2.5	2.8	3.5	3.5	4.5		5.5	7	
开口销		1.2×12	1.6×14	2×16	2.5×20	3.2×22	3.2×26	4×28	4×36	5×40	6.3×50	6.3×65
性能等级	钢	4、5										
表面处理	钢	1）不经处理 2）镀锌钝化										

注：尽可能不采用括号内的规格。

附表 5.10　吊环螺钉(GB/T 825—1988 摘录)

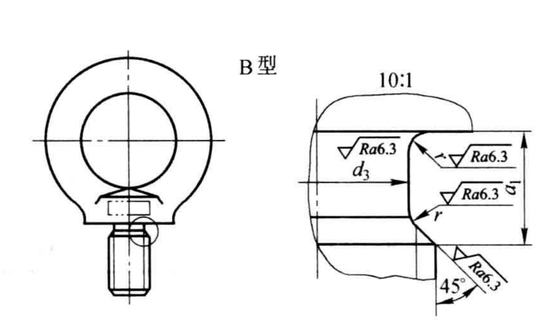
mm



标记示例:

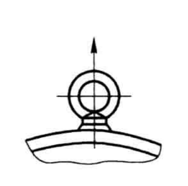
规格为 20 mm、材料为 20 钢、经正火处理、不经表面处理的 A 型吊环螺钉的标记为:

螺钉　GB/T 825　M20

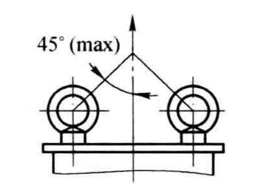


起吊方式

单螺钉起吊



双螺钉起吊



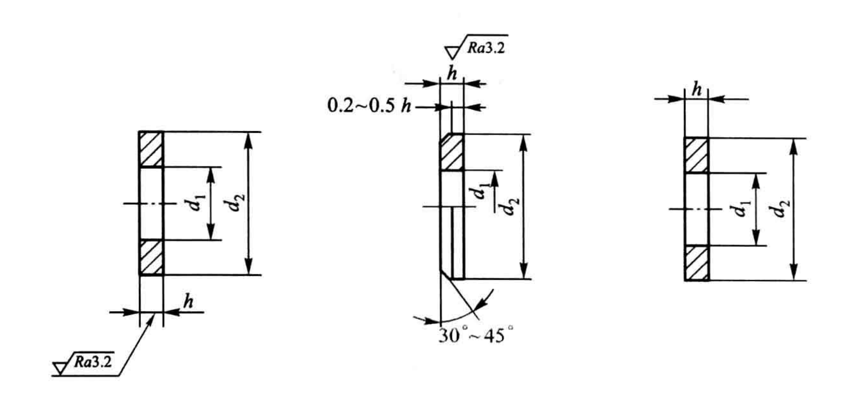
螺纹规格(*d*)		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
d_1	max	9.1	11.1	13.1	15.2	17.4	21.4	25.7	30	34.4	40.7
D_1	公称	20	24	28	34	40	48	56	67	80	95
d_2	max	21.1	25.1	29.1	35.2	41.4	49.4	57.7	69	82.4	97.7
h_1	max	7	9	11	13	15.1	19.1	23.2	27.4	31.7	36.9
l	公称	16	20	22	28	35	40	45	55	65	70
d_4	参考	36	44	52	62	72	88	104	123	144	171
h		18	22	26	31	36	44	53	63	74	87
r		4	4	6	6	8	12	15	18	20	22
r	min	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3
a_1	max	3.75	4.5	5.25	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15
d_3	公称(max)	6	7.7	9.4	13	16.4	19.6	25	30.8	35.6	41
a	max	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10
b		10	12	14	16	19	24	28	32	38	46
D_2	公称(min)	13	15	17	22	28	32	38	45	52	60
h_2	公称(min)	2.5	3	3.5	4.5	5	7	8	9.5	10.5	11.5
最大起吊重量/t 单螺钉起吊	(参见右上图)	0.16	0.25	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3	8
最大起吊重量/t 双螺钉起吊	(参见右上图)	0.08	0.125	0.2	0.32	0.5	0.8	1.25	2	3.2	4

减速器类型	一级圆柱齿轮减速器						二级圆柱齿轮减速器				
中心距 a	100	125	160	200	250	315	100×140	140×200	180×250	200×280	250×355
重量 W/kN	0.26	0.52	1.05	2.1	4	8	1	2.6	4.8	6.8	12.5

注:1. M8～M36 为商品规格。

2. "减速器重量 W"非 GB/T 825 内容,仅供课程设计参考用。

附表 5.11 平垫圈的基本规格(GB/T 848—2002,GB/T 97.1、97.2—2002,GB/T 95—2002 摘录) mm

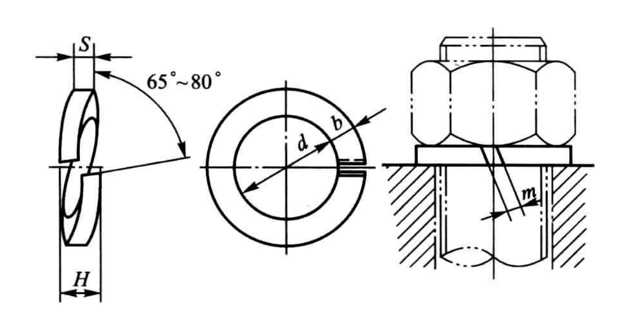


标准系列,公称尺寸 $d=8$ mm、性能等级为 140 HV 级、不经表面处理的平垫圈标记为:

垫圈 GB 97.1 8 - 140 HV

<table>
<tr><th colspan="2">公称尺寸(螺纹规格)d</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>8</th><th>10</th><th>12</th><th>14</th><th>16</th><th>20</th><th>24</th><th>30</th><th>36</th></tr>
<tr><td rowspan="4">d1
公称(min)</td><td>GB/T 848—2002</td><td rowspan="2">4.3</td><td rowspan="4">5.3</td><td rowspan="4">6.4</td><td rowspan="4">8.4</td><td rowspan="4">10.5</td><td rowspan="4">13</td><td rowspan="4">15</td><td rowspan="4">17</td><td rowspan="4">21</td><td rowspan="4">25</td><td rowspan="4">31</td><td rowspan="4">37</td></tr>
<tr><td>GB/T 97.1—2002</td></tr>
<tr><td>GB/T 97.2—2002</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>GB/T 95—2002</td></tr>
<tr><td rowspan="4">d2
公称(max)</td><td>GB/T 848—2002</td><td>8</td><td>9</td><td>11</td><td>15</td><td>18</td><td>20</td><td>24</td><td>28</td><td>34</td><td>39</td><td>50</td><td>60</td></tr>
<tr><td>GB/T 97.1—2002</td><td>9</td><td rowspan="3">10</td><td rowspan="3">12</td><td rowspan="3">16</td><td rowspan="3">20</td><td rowspan="3">24</td><td rowspan="3">28</td><td rowspan="3">30</td><td rowspan="3">37</td><td rowspan="3">44</td><td rowspan="3">56</td><td rowspan="3">66</td></tr>
<tr><td>GB/T 97.2—2002</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>GB/T 95—2002</td></tr>
<tr><td rowspan="4">h
公称</td><td>GB/T 848—2002</td><td>0.5</td><td rowspan="4">1</td><td colspan="3">1.6</td><td>2</td><td colspan="2">2.5</td><td>3</td><td colspan="2" rowspan="4">4</td><td rowspan="4">5</td></tr>
<tr><td>GB/T 97.1—2002</td><td>0.8</td><td colspan="2" rowspan="3">1.6</td><td rowspan="3">2</td><td colspan="2" rowspan="3">2.5</td><td colspan="2" rowspan="3">3</td></tr>
<tr><td>GB/T 97.2—2002</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>GB/T 95—2002</td></tr>
</table>

附表 5.12　弹簧垫圈的基本规格(GB/T 93—1987,GB/T 859—1987 摘录)　　mm



标记示例:

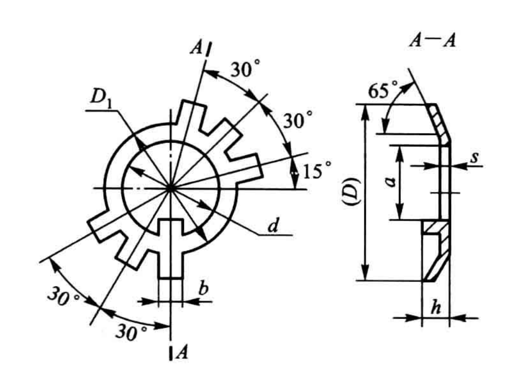
规格 16 mm,材料为 65 Mn、表面氧化的标准型弹簧垫圈

垫圈 GB/T 93　16

规格(螺纹大径)	d	GB/T 93—1987		GB/T 859—1987		
		$S=b$	$0<m'\leqslant$	S	b	$0<m'\leqslant$
3	3.1	0.8	0.4	0.6	1	0.3
4	4.1	1.1	0.50	0.8	1.2	0.4
5	5.1	1.3	0.65	1	1.2	0.55
6	6.2	1.6	0.8	1.2	1.6	0.65
8	8.2	2.1	1.05	1.6	2	0.8
10	10.2	2.6	1.3	2	2.5	1
12	12.3	3.1	1.55	2.5	3.5	1.25
(14)	14.3	3.6	1.8	3	4	1.5
16	16.3	4.1	2.05	3.2	4.5	1.6
(18)	18.3	4.5	2.25	3.5	5	1.8
20	20.5	5	2.5	4	5.5	2
(22)	22.5	5.5	2.75	4.5	6	2.25
24	24.5	6	3	4.8	6.5	2.5
(27)	27.5	6.8	3.4	5.5	7	2.75
30	30.5	7.5	3.75	6	8	3
36	36.6	9	4.5			

附表 5.13　圆螺母用止动垫圈（GB/T 858—1988 摘录）

mm



标记示例：

规格 16 mm，材料为 Q235、经退火表面氧化的圆螺母用止动垫圈：

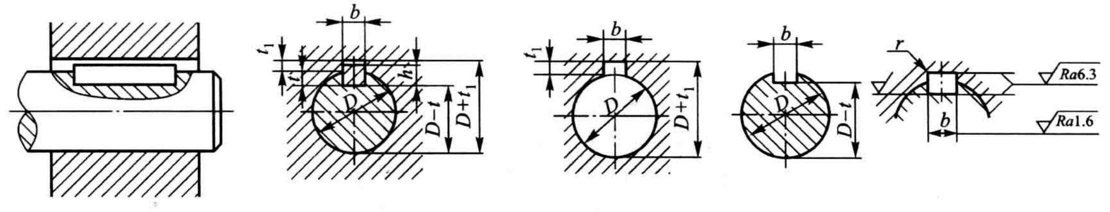
垫圈 GB/T 858　16

规格（螺纹大径）	d	(D)	D_1	s	b	a	h	轴端 b_1	轴端 t	规格（螺纹大径）	d	(D)	D_1	s	b	a	h	轴端 b_1	轴端 t
14	14.5	32	30		3.8	11	3	4	10	55*	56	82	67			52			—
16	16.5	34	22			13			12	56	57	90	74			53			52
18	18.5	35	24			15			14	60	61	94	79		7.7	57	6	8	56
20	20.5	38	27			17			16	64	65	100	84			61			60
22	22.5	42	30	1	4.8	19	4	5	18	65*	66	100	84			62			—
24	24.5	45	34			21			20	68	69	105	88	1.5		65			64
25*	25.5	45	34			22			—	72	73	110	93			69			68
27	27.5	48	37			24			23	75*	76	110	93		9.6	71		10	—
30	30.5	52	40			27			26	76	77	115	98			72			70
33	33.5	56	43			30			29	80	81	120	103			76			74
35*	35.5	56	43			32			—	85	86	125	108			81			79
36	36.5	60	46			33			32	90	91	130	112			86			84
39	39.5	62	49		5.7	36	5	6	35	95	96	135	117		11.6	91	7	12	89
40*	40.5	62	49	1.5		37			—	100	101	140	122			96			94
42	42.5	66	53			39			38	105	106	145	127	2		101			99
45	45.5	72	59			42			41	110	111	156	135			106			104
48	48.5	76	61			45			44	115	116	160	140		13.5	111		14	109
50*	50.5	76	61		7.7	47		8	—	120	121	166	145			116			114
52	52.5	82	67			49	6		48	125	126	170	150			121			119

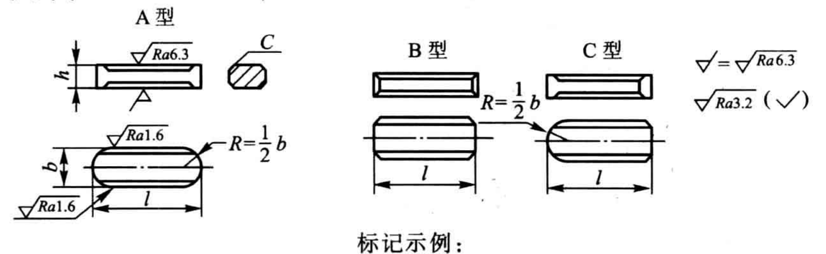
注：标有 * 仅用于滚动轴承锁紧装置。

附表 5.14　普通平键的基本规格（GB/T 1095、1096—2003 摘录）　　mm

平键　键和键槽的剖面尺寸（GB/T 1095—2003）



普通平键　形式尺寸（GB/T 1096—2003）



标记示例：

$L = 100$ mm

键　18 × 100 GB/T 2003

平头普通平键（B 型）、$b = 18$ mm、$h = 11$ mm、$L = 100$ mm

键　B18 × 100 GB/T 2003

单圆头普通平键（C 型）、$b = 18$ mm、$h = 11$ mm、$L = 100$ mm

键　C18 × 100 GB/T 2003

轴	键	键槽											
轴颈 D	公称尺寸 $b \times h$	宽度 b						深度				半径 r	
		公称尺寸 b	偏差					轴 t		毂 t_1			
			较松键连接		一般键连接		较紧键连接						
			轴 H9	毂 D10	轴 N9	毂 Js9	轴和毂 P9	公称	偏差	公称	偏差	最小	最大
自 6～8	2×2	2	+0.025	+0.060	−0.004	±0.012 5	−0.006	1.2		1			
>8～10	3×3	3	0	+0.020	−0.029		−0.031	1.8	+0.1	1.4	+0.1	0.08	0.16
>10～12	4×4	4	+0.030	+0.078	0		−0.012	2.5		1.8			
>12～17	5×5	5				±0.015		3.0	0	2.3	0		
>17～22	6×6	6	0	+0.030	−0.030		−0.042	3.5		2.8		0.16	0.25
>22～30	8×7	8	+0.036	+0.098	0	±0.018	−0.015	4.0		3.3			
>30～38	10×8	10	0	+0.040	−0.036		−0.051	5.0		3.3			
>38～44	12×8	12	+0.043	+0.120	0		−0.018	5.0		3.3			
>44～50	14×9	14				±0.021 5		5.5	+0.2	3.8	+0.2	0.25	0.40
>50～58	16×10	16						6.0		4.3			
>58～65	18×11	18	0	+0.050	−0.043		−0.051	7.0		4.4			
>65～75	20×12	20	+0.052	+0.149				7.5	0	4.9	0		
>75～85	22×14	22			0	±0.026	0.022	9.0		5.4		0.40	0.60
>85～95	25×14	25			−0.052		−0.074	9.0		5.4			
>95～110	28×16	28	0	+0.065				10.0		6.4			

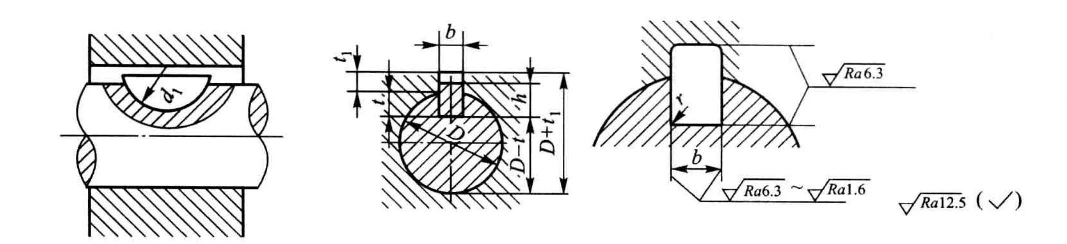
注：$D-t$ 和 $D+t_1$ 两组组合尺寸的偏差按相应的 t 和 t_1 的偏差选取，但 $D-t$ 偏差值应取负号（−）。对于键，b 的偏差按 h9，h 的偏差按 h11，L 的偏差按 h14。

长度（L）系列为：6，8，10，12，14，16，18，20，22，25，28，32，35，40，45，50，55，60，70，80，90，100，…，500。

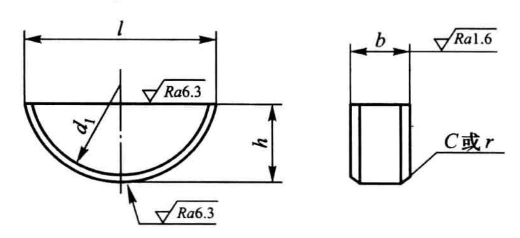
附表 5.15　半圆键（GB/T 1098、1099.1—2003 摘录）

mm

半圆键　键和键槽的剖面尺寸（GB/T 1098—2003）



半圆键　形式尺寸（GB/T 1099.1—2003）



标记示例：

$b=6$ mm、$h=10$ mm、$d_1=25$ mm 的半圆键：

键　6×25　GB/T 1099.1—2003

轴颈 D		键	键槽									
键传递扭矩	键定位用	公称尺寸 $b\times h\times d_1$	宽度 b				深度				半径 r	
			公称尺寸	极限偏差			轴 t		毂 t_1			
				一般键连接		较紧键连接						
			b	轴 N9	毂 Js9	轴和毂 P9	公称	偏差	公称	偏差	最小	最大
自 3～4	自 3～4	1.0×1.4×4	1.0				1.0	+0.1	0.6			
>4～5	>4～6	1.5×2.6×7	1.5	-0.004		-0.006	2.0		0.8			
>5～6	>6～8	2.0×2.6×7	2.0				1.8		1.0		0.08	0.16
>6～7	>8～10	2.0×3.7×10	2.0		±0.012		2.9		1.0	+0.1		
>7～8	>10～12	2.5×3.7×10	2.5				2.7	0	1.2			
>8～10	>12～15	3.0×5.0×12	3.0	-0.029		-0.031	3.8		1.4			
>10～12	>15～18	3.0×6.5×16	3.0				5.3	+0.2	1.4			
>12～14	>18～20	4.0×6.5×16	4.0				5.0		1.8			
>14～16	>20～22	4.0×7.5×19	4.0	0		-0.012	6.0		1.8			
>16～18	>22～25	5.0×6.5×19	5.0				4.5		2.3		0.16	0.25
>18～20	>25～28	5.0×7.5×19	5.0		±0.015		5.5	0	2.3	0		
>20～22	>28～32	5.0×9.0×22	5.0	-0.030		-0.042	7.0		2.3			
>22～25	>32～36	6.0×9.0×22	6.0				6.5		2.8			
>25～28	>36～40	6.0×10.0×25	6.0				7.5	+0.3	2.8			
>28～32	40	8.0×11.0×28	8.0	0	±0.018	-0.015	8.0		3.3	+0.2	0.25	0.40
>32～38	—	10.0×13.0×32	10.0	-0.036		-0.051	10.0	0	3.3	0		

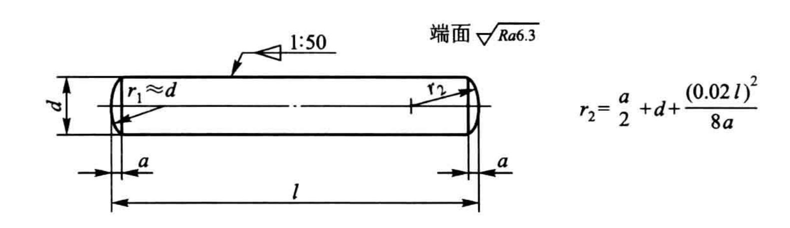
注：$D-t$ 和 $D+t_1$ 两组组合尺寸的极限偏差按相应的 t 和 t_1 的极限偏差选取，但 $D-t$ 极限偏差值应取负号。

附表 5.16 圆锥销(GB/T 117—2000 摘录)

mm

A 型(磨削):锥面表面粗糙度值 $Ra=0.8\ \mu m$

B 型(切削或冷镦):锥面表面粗糙度值 $Ra=3.2\ \mu m$



标记示例:

公称直径 $d=6$ mm、公称长度 $l=30$ mm、材料为 35 钢、热处理硬度 28 ~ 38 HRC、表面氧化处理 A 型圆锥销的标记:

销 GB/T 117 6×30

d h10	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a	0.08	0.1	0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
商品规格 *l*	4 ~ 8	5 ~ 12	6 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 24	10 ~ 35	10 ~ 35	12 ~ 45	14 ~ 55	18 ~ 60	22 ~ 90	22 ~ 120	26 ~ 160	32 ~ 180	40 ~ 200	45 ~ 200	50 ~ 200	55 ~ 200	60 ~ 200	65 ~ 200
l 系列	2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200																			
技术条件 材料	易切钢:Y12、Y15;碳素钢:35、45;合金钢:30CrMnSiA;不锈钢 1Cr13、2Cr13、Cr17Ni2、0Cr18Ni9Ti																			
技术条件 表面处理	① 钢:不经处理;氧化;磷化;镀锌钝化。② 不锈钢:简单处理。③ 其他表面镀层或表面处理,由供需双方协议。④ 所有公差仅适用于涂、镀前的公差																			

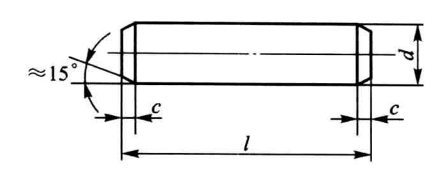
注:1. *d* 的其他公差,如 a11、c11、f8 由供需双方协议;

2. 公称长度大于 200 mm,按 20 mm 递增。

附表 5.17　圆柱销(GB/T 119.1、119.2—2000 摘录)

mm

圆柱销　不淬硬钢和奥氏体不锈钢
(GB/T 119.1—2000)



标记示例:

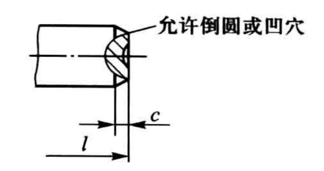
公称直径 d = 6 mm、其公差为 m6、公称长度 l = 30 mm、材料为钢、不经淬火、不经表面处理的圆柱销:

销　GB/T 119.1　6m6 × 30

公称直径 d = 6 mm、其公差为 m6、公称长度 l = 30 mm、材料为 A1 组奥氏体不锈钢、表面简单处理的圆柱销:

销　GB/T 119.1　6m6 × 30 - A1

圆柱销　淬硬钢和马氏体不锈钢
(GB/T 119.2—2000)
末端形状,由制造者确定



标记示例:

公称直径 d = 6 mm、其公差为 m6、公称长度 l = 30 mm、材料为钢、普通淬火(A 型)、表面氧处理的圆柱销:

销　GB/T 119.2　6 × 30

公称直径 d = 6 mm、其公差为 m6、公称长度 l = 30 mm、材料为 C1 组马氏体不锈钢、表面简单处理的圆柱销:

销　GB/T 119.2　6 × 30 - C1

d m6/h8	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
c	0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.63	0.8	1.2	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6.3	8
商品规格 l	2 ~ 6	2 ~ 8	4 ~ 10	4 ~ 12	4 ~ 16	6 ~ 20	6 ~ 24	8 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60	14 ~ 80	18 ~ 95	22 ~ 140	26 ~ 180	35 ~ 200	50 ~ 200	60 ~ 200	80 ~ 200	95 ~ 200
1 m 长的重量 /kg	0.002	0.004	0.006	—	0.014	0.024	0.037	0.054	0.097	0.147	0.221	0.395	0.611	0.887	1.57	2.42	3.83	5.52	9.64	15.2
l 系列	2,3,4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200																			

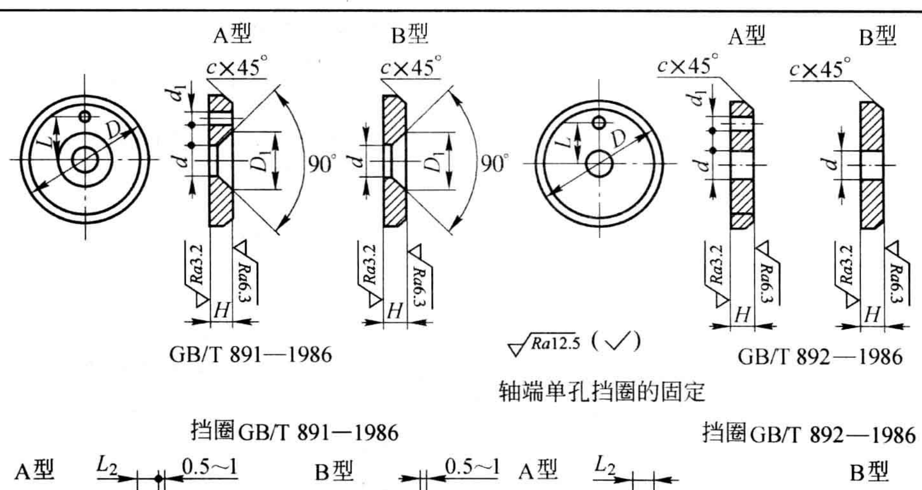
技术条件		
技术条件	材料	GB/T 119.1 钢:奥氏体不锈钢 A1。GB/T 119.2 钢:A 型,普通淬火;B 型,表面淬火;马氏体不锈钢 C1
	表面粗糙度	GB/T 119.1　公差 m6:Ra≤0.8 μm;h8:Ra≤1.6 μm。GB/T 119.2　Ra≤0.8 μm
	表面处理	① 钢:不经处理;氧化;磷化;镀锌钝化。② 不锈钢:简单处理。③ 其他表面镀层或表面处理,应由供需双方协议。④ 所有公差仅适用于涂、镀前的公差

注:1. d 的其他公差由供需双方协议;

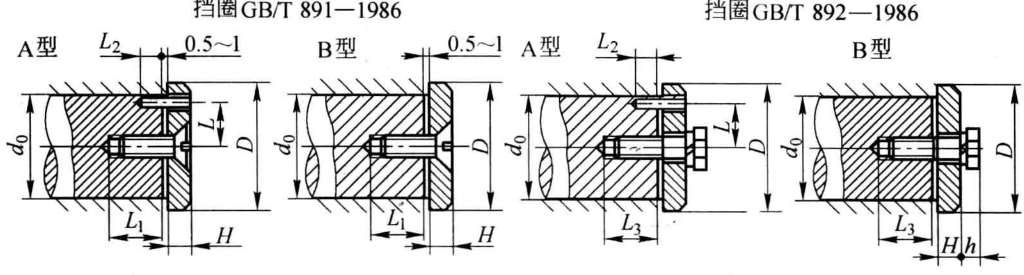
2. GB/T 119.2 d 的尺寸范围为 1 ~ 20 mm;

3. 公称长度大于 200 mm(GB/T 119.1),大于 100 mm(GB/T 119.2),按 20 mm 递增。

附表 5.18 螺钉紧固轴端挡圈(GB/T 891—1986)、螺栓紧固轴端挡圈(GB/T 892—1986) mm



轴端单孔挡圈的固定



标记示例：

挡圈 GB/T 891—1986 45(公差直径 $D=45$ mm、材料 Q235A、不经表面处理的 A 型螺钉紧固轴端挡圈)

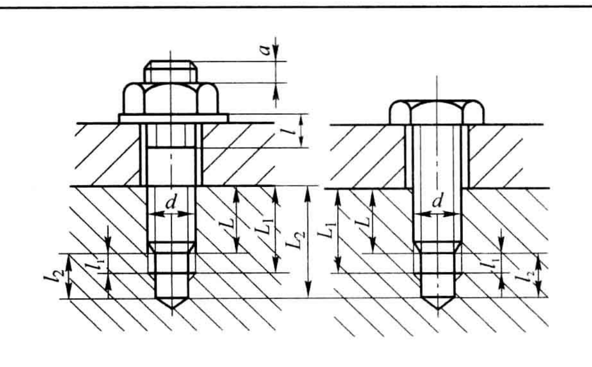
挡圈 GB/T 892—1986 B45(公差直径 $D=45$ mm、材料 Q235A、不经表面处理的 B 型螺钉紧固轴端挡圈)

轴径 d_0 ≤	公差直径 D	H	L	d	d_1	C	螺钉紧固轴端挡圈				螺栓紧固轴端挡圈					安装尺寸(参考)			
							D_1	螺钉 GB/T 819—2000	1 000 个质量/kg ≈ A 型	1 000 个质量/kg ≈ B 型	圆柱销 GB/T 119—2000	螺栓 GB/T 5783—2000(推荐)	垫圈 GB/T 93—1987(推荐)	1 000 个质量/kg ≈ A 型	1 000 个质量/kg ≈ B 型	L_1	L_2	L_3	h
16	22		—						—	10.7				—	11.2				
18	25	4	—	5.5	2.1	0.5	11	M5×12	—	14.2	A2×10	M5×16	5	—	14.7	14	6	16	4.8
20	28								17.9	18.1				18.4	18.6				
22	30		7.5						20.8	21.0				21.5	21.5				
25	32								28.7	29.2				29.7	30.2				
28	35		10						34.8	35.3				35.8	36.3				
30	38	5		6.6	3.2	1	13	M6×16	41.5	42.0	A3×12	M6×20	6	42.5	43.0	18	7	20	5.6
32	40								46.3	46.8				47.3	47.8				
35	45		12						59.5	59.9				60.5	60.9				
40	50								74.0	74.5				75.0	75.5				

附表 5.19　螺栓和螺钉通孔及沉孔尺寸　　mm

螺纹规格	螺栓和螺钉通孔直径 d_h (GB/T 5277—1985 摘录)			沉头螺钉及半沉头螺钉的沉孔(GB/T 152.2—1988 摘录)				内六角圆柱头螺钉的圆柱头沉孔(GB/T 152.3—1988 摘录)				六角头螺栓和六角螺母的沉孔(GB/T 152.4—1988 摘录)			
d	精装配	中等装配	粗装配	d_2	$t\approx$	d_1	α	d_2	t	d_3	d_1	d_2	d_3	d_1	t
M3	3.2	3.4	3.6	6.4	1.6	3.4		6.0	3.4		3.4	9		3.4	只要能制出与通孔轴线垂直的圆平面即可
M4	4.3	4.5	4.8	9.6	2.7	4.5		8.0	4.6		4.5	10		4.5	
M5	5.3	5.5	5.8	10.6	2.7	5.5		10.0	5.7	—	5.5	11	—	5.5	
M6	6.4	6.6	7	12.8	3.3	6.6		11.0	6.8		6.6	13		6.6	
M8	8.4	9	10	17.6	4.6	9		15.0	9.0		9.0	18		9.0	
M10	10.5	11	12	20.3	5.0	11		18.0	11.0		11.0	22		11.0	
M12	13	13.5	14.5	24.4	6.0	13.5		20.0	13.0	16	13.5	26	16	13.5	
M14	15	15.5	16.5	28.4	7.0	15.5	$90°{}^{-2°}_{-4°}$	24.0	15.0	18	15.5	30	18	13.5	
M16	17	17.5	18.5	32.4	8.0	17.5		26.0	17.5	20	17.5	33	20	17.5	
M18	19	20	21	—	—	—		—	—	—	—	36	22	20.0	
M20	21	22	24	40.4	10.0	22		33.0	21.5	24	22.0	40	24	22.0	
M22	23	24	26	—	—	—		—	—	—	—	43	26	24	
M24	25	26	28	—	—	—		40.0	25.5	28	26.0	48	28	26	
M27	28	30	32	—	—	—		—	—	—	—	53	33	30	
M30	31	33	35	—	—	—		48.0	32.0	36	33.0	61	36	33	
M36	37	39	42	—	—	—		57.0	38.0	42	39.0	71	42	39	

附表 5.20　普通粗牙螺纹的余留长度、钻孔余留深度(参考)　　mm



拧入深度 L 参见附表 5.21 或由设计者决定;钻孔深度 $L_2=L+l_2$;螺孔深度 $L_1=L+l_1$

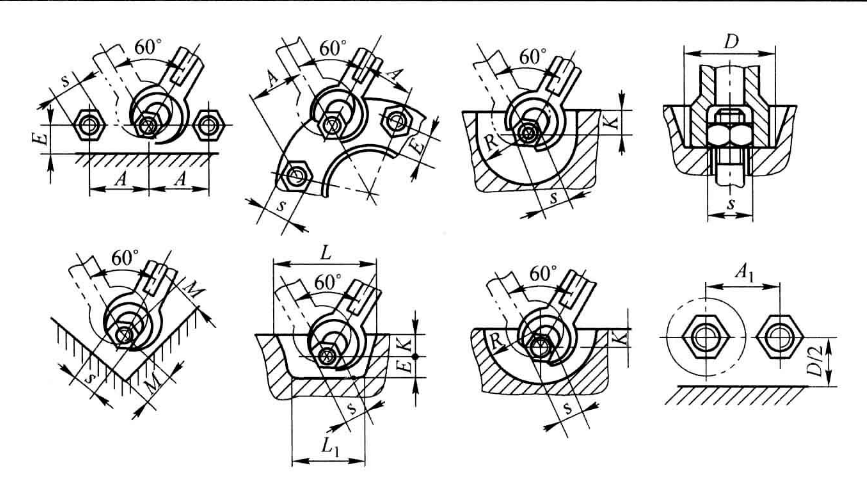
螺纹直径 d	余留长度 内螺纹 l_1	余留长度 外螺纹 l	余留长度 钻孔 l_2	末端长度 a
5	1.5	2.5	5	1～2
6	2	3.5	6	1.5～2.5
8	2.5	4	8	
10	3	4.5	9	2～3
12	3.5	5.5	11	
14、16	4	6	12	2.5～4
18、20、22	5	7	15	
24、27	6	8	18	3～5
30	7	9	21	
36	8	10	24	4～7
42	9	11	27	
48	10	13	30	6～10
56	11	16	33	

附表 5.21　粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸(参考)　　mm

d	d_0	用于钢或青铜 h	用于钢或青铜 L	用于铸铁 h	用于铸铁 L	用于铝 h	用于铝 L
6	5	8	6	12	10	15	12
8	6.8	10	8	15	12	20	16
10	8.5	12	10	18	15	24	20
12	10.2	15	12	22	18	28	24
16	14	20	16	28	24	36	32
20	17.5	25	20	35	30	45	40
24	21	30	24	42	35	55	48
30	26.5	36	30	50	45	70	60
36	32	45	36	65	55	80	72
42	37.5	50	42	75	65	95	85

注:h 为内螺纹通孔长度;L 为双头螺栓或螺钉拧入深度;d_0 为攻螺纹前钻孔直径。

附表 5.22　扳手空间(参考)　　mm



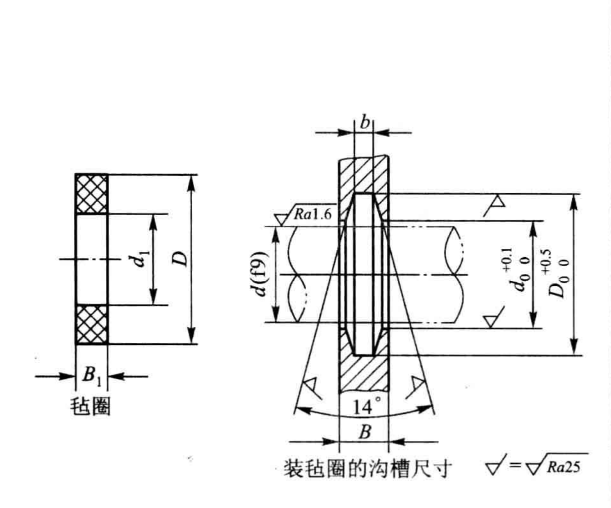
螺纹直径 d	s	A	A_1	$E=K$	M	L	L_1	R	D
6	10	26	18	8	15	46	38	20	24
8	13	32	24	11	18	55	44	25	28
10	16	38	28	13	22	62	50	30	30
12	18	42	—	14	24	70	55	32	—
14	21	48	36	15	26	80	65	36	40

续表

螺纹直径 d	s	A	A_1	$E=K$	M	L	L_1	R	D
16	24	55	38	16	30	85	70	42	—
18	27	62	45	19	32	95	75	46	55
20	30	68	48	20	35	105	85	50	56
22	34	76	55	24	40	120	95	58	60
24	36	80	58	24	42	125	100	60	70
27	41	90	65	26	46	135	110	65	76
30	46	100	72	30	50	155	125	75	82
33	50	108	76	32	55	165	130	80	88
36	55	118	85	36	60	180	145	88	95
39	60	125	90	38	65	190	155	92	100
42	65	135	96	42	70	205	165	100	106
45	70	145	105	45	75	220	175	105	112
48	75	160	115	48	80	235	185	115	126
52	80	170	120	48	84	245	195	125	132
56	85	180	126	52	90	260	205	130	138
60	90	185	134	58	95	275	215	135	145
64	95	195	140	58	100	285	225	140	152
68	100	205	145	65	105	300	235	150	158

附录 6　密封件

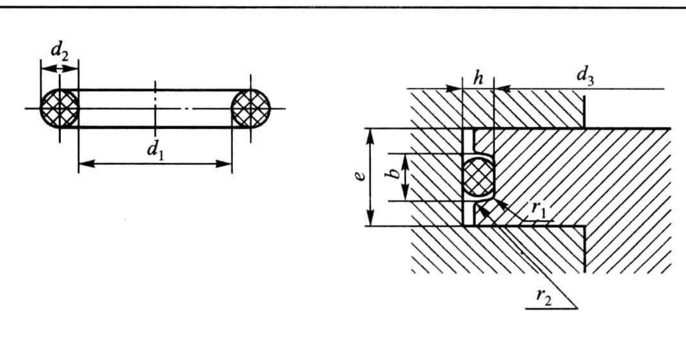
附表 6.1　毡圈油封及槽(参考)　　mm



轴径 d	毡圈 D	毡圈 d_1	毡圈 B_1	槽 D_0	槽 d_0	槽 b	槽 B_{min} 钢	槽 B_{min} 铸铁
15	29	14	6	28	16	5	10	12
20	33	19		32	21			
25	39	24	7	38	26	6	12	15
30	45	29		44	31			
35	49	34		48	36			
40	53	39		52	41			
45	61	44	8	60	46	7		
50	69	49		68	51			
55	74	53		72	56			
60	80	58		78	61			
65	84	63		82	66			
70	90	68		88	71			
75	94	73		92	77			
80	102	78	9	100	82	8	15	18
85	107	83		105	87			
90	112	88		110	92			
95	117	93	10	115	97			
100	122	98		120	102			

注:本表内的数值适用于线速度 $v<5$ m/s。

附表 6.2　O 形橡胶密封圈(GB/T 3452.1—2005 摘录)　　mm



标记示例:

40 × 3.55 GB/T 3452.1

(内径 d_1 = 40.0 mm,截面直径 d_2 = 3.55 mm 的通用 O 形密封圈)

沟槽尺寸(GB/T 3452.3—2005)					
d_2	$b^{+0.255}_{0}$	$h^{+0.10}_{0}$	d_3 偏差值	r_1	r_2
1.8	2.4	1.38	0 -0.04	0.2 ~ 0.4	0.1 ~ 0.3
2.65	3.6	2.07	0 -0.05	0.4 ~ 0.8	
3.55	4.8	2.74	0 -0.06		
5.3	7.1	4.19	0 -0.07	0.8 ~ 1.2	
7.0	9.5	5.67	0 -0.09		

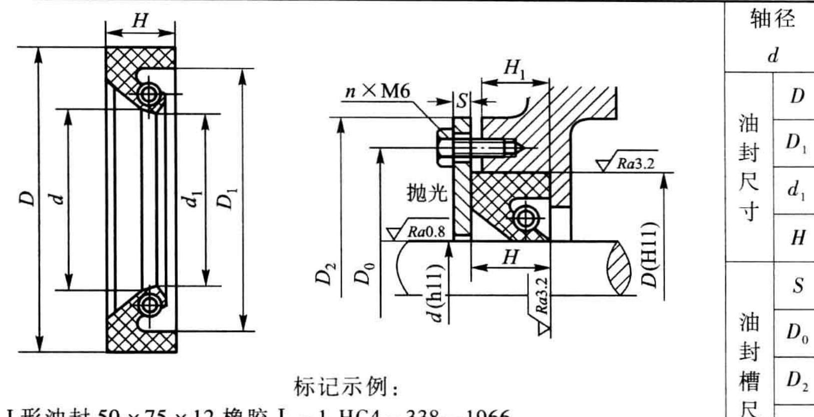
内径	截面直径 d_2			
d_1	极限偏差	1.80 ± 0.08	2.65 ± 0.09	3.55 ± 0.10
13.2	±0.17	*	*	
14.0		*	*	
15.0		*	*	
16.0		*	*	
17.0		*	*	
18.0		*	*	*
19.0	±0.22	*	*	*
20.0		*	*	*
21.2		*	*	*
22.4		*	*	*
23.6		*	*	*
25.0		*	*	*
25.8		*	*	*
26.5		*	*	*
28.0		*	*	*
30.0		*	*	*
31.5	±0.30		*	*
32.5		*	*	*

内径	截面直径 d_2			
d_1	极限偏差	2.65 ± 0.09	3.55 ± 0.10	5.30 ± 0.13
56.0	±0.44	*	*	*
58.0		*	*	*
60.0		*	*	*
61.5		*	*	*
63.0		*	*	*
65.0	±0.53		*	*
67.0		*	*	*
69.0			*	*
71.0		*	*	*
73.0			*	*
75.0		*	*	*
77.5			*	*
80.0		*	*	*
82.5	±0.65		*	*
85.0		*	*	*
87.5			*	*
90.0		*	*	*
92.5			*	*

内径	截面直径 d_2				
d_1	极限偏差	1.80 ± 0.08	2.65 ± 0.09	3.55 ± 0.10	5.30 ± 0.13
33.5	±0.30		*	*	
34.5		*	*	*	
35.5			*	*	
36.5		*	*	*	
37.5			*	*	
38.7		*	*	*	
40.0			*	*	*
41.2	±0.36		*	*	*
42.5		*	*	*	*
43.7			*	*	*
45.0			*	*	*
46.2		*	*	*	*
47.5			*	*	*
48.7			*	*	*
50.0		*	*	*	*
51.5	±0.44		*	*	*
53.0			*	*	*
54.5			*	*	*

内径	截面直径 d_2				
d_1	极限偏差	2.65 ± 0.09	3.55 ± 0.10	5.30 ± 0.13	7.0 ± 0.15
95.0	±0.65	*	*	*	
97.5			*	*	
100		*	*	*	
103			*	*	
106		*	*	*	
109			*	*	*
112		*	*	*	*
115			*	*	*
118		*	*	*	*
122	±0.90		*	*	*
125		*	*	*	*
128			*	*	*
132		*	*	*	*
136			*	*	*
140		*	*	*	*
145			*	*	*
150		*	*	*	*
155			*	*	*

附表 6.3 J形无骨架橡胶油封（HG 4-338—1966 摘录）（1988 年确认继续执行） mm



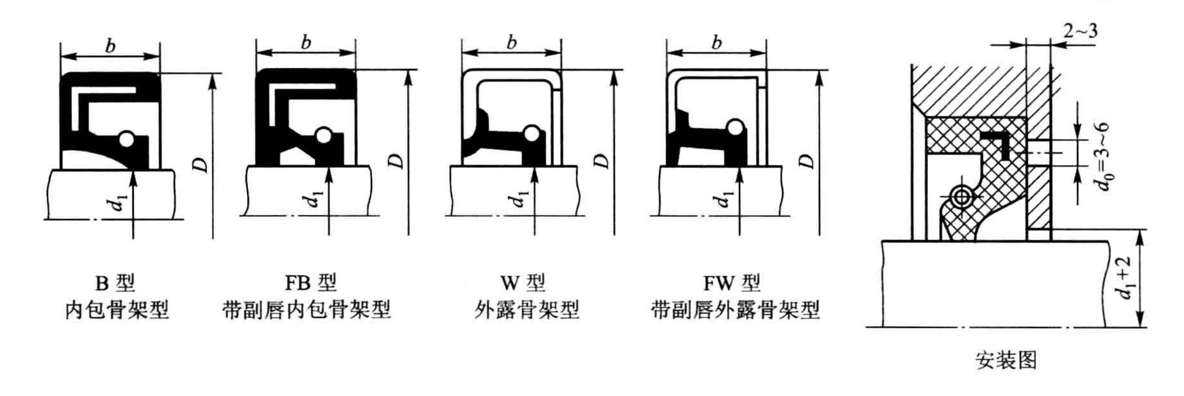
标记示例：

J形油封 50×75×12 橡胶Ⅰ-1 HG4-338—1966

（d =50 mm、D =75 mm、H =12 mm、材料为耐油橡胶Ⅰ-1 的J形无骨架橡胶油封）

轴径 d		30~95（按5进位）	100~170（按10进位）
油封尺寸	D	$d+25$	$d+30$
	D_1	$d+16$	$d+20$
	d_1	$d-1$	
	H	12	16
油封槽尺寸	S	6~8	8~10
	D_0	$D+15$	
	D_2	D_0+15	
	n	4	6
	H_1	$H-(1\sim2)$	

附表 6.4 旋转轴唇形密封圈的形式、尺寸及其安装要求（GB/T 13871—1992 摘录） mm



B型 内包骨架型　FB型 带副唇内包骨架型　W型 外露骨架型　FW型 带副唇外露骨架型

安装图

标记示例：

（F）B　120　150　GB/T 13871—1992

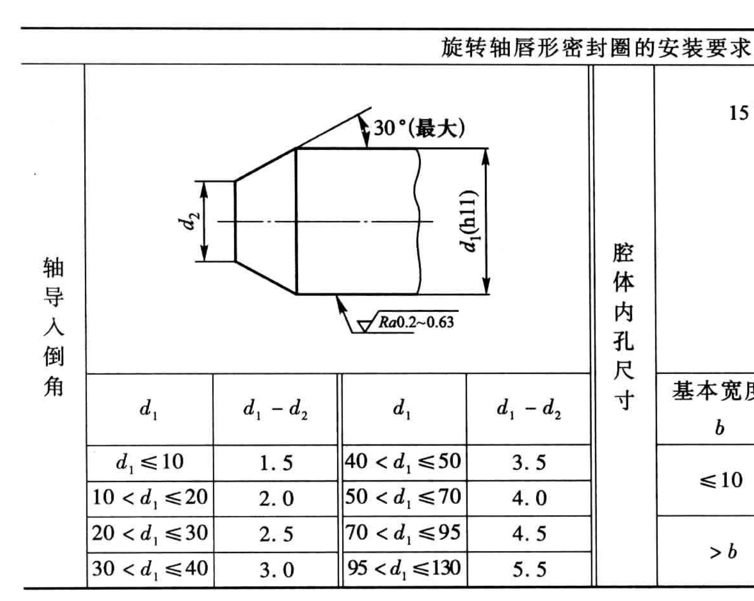
（带副唇的内包骨架型旋转轴唇形密封圈，d_1 =120 mm，D =150 mm）

d_1	D	b	d_1	D	b	d_1	D	b
6	16,22	7	25	40,47,52	7	55	72,(75),80	8
7	22		28	40,47,52		60	80,85	
8	22,24		30	42,47,(50)		65	85,90	10
9	22		30	52	8	70	90,95	
10	22,25		32	45,47,52		75	95,100	
12	24,25,30		35	50,52,55		80	100,110	
15	26,30,35		38	52,58,62		85	110,120	12
16	30,(35)		40	55,(60),62		90	(115),120	
18	30,35		42	55,62		95	120	
20	35,40,(45)		45	62,65		100	125	
22	35,40,47		50	68,(70),72		105	(130)	

续表

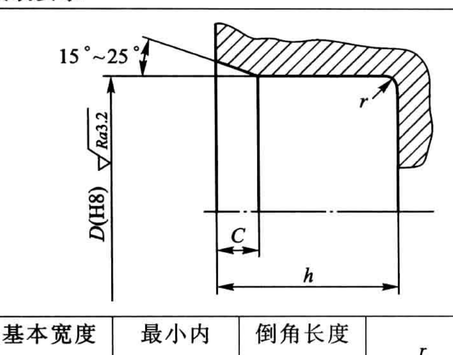
旋转轴唇形密封圈的安装要求

轴导入倒角



d_1	d_1-d_2	d_1	d_1-d_2
$d_1\leqslant10$	1.5	$40<d_1\leqslant50$	3.5
$10<d_1\leqslant20$	2.0	$50<d_1\leqslant70$	4.0
$20<d_1\leqslant30$	2.5	$70<d_1\leqslant95$	4.5
$30<d_1\leqslant40$	3.0	$95<d_1\leqslant130$	5.5

腔体内孔尺寸

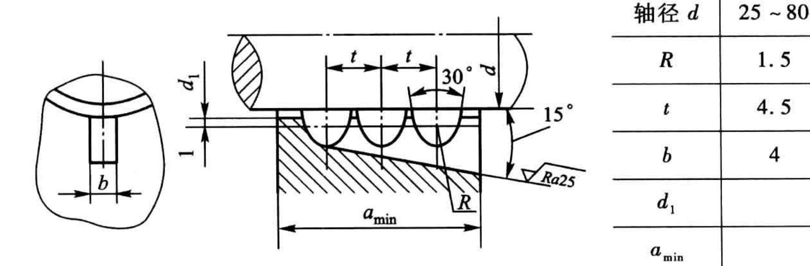


基本宽度 b	最小内孔深 h	倒角长度 C	r_{max}
$\leqslant10$	$b+0.9$	0.70 ~ 1.00	0.50
$>b$	$b+1.2$	1.20 ~ 1.50	0.75

注:1. 标准中考虑到国内实际情况,除全部采用国际标准的基本尺寸外,还补充了若干种国内常用的规格,并加括号以示区别;

2. 安装要求中若轴端采用倒圆倒入导角,则倒圆的圆角半径不小于表中的 d_1-d_2 之值。

附表 6.5 油沟式密封槽(参考) mm



轴径 d	25 ~ 80	>80 ~ 120	>120 ~ 180	油沟数 n
R	1.5	2	2.5	2 ~ 3(使用 3 个的情况较多)
t	4.5	6	7.5	
b	4	5	6	
d_1	$d+1$			
a_{min}	$nt+R$			

附表 6.6 迷宫式密封槽 mm

轴径 d	10 ~ 50	50 ~ 80	80 ~ 110	110 ~ 180
e	0.2	0.3	0.4	0.5
f	1	1.5	2	2.5

附录 7　润滑剂

附表 7.1　工业常用润滑油的性能和用途

<table>
<tr><th>类别</th><th>品种代号</th><th>牌号</th><th>运动粘度[①]/(mm²/s)</th><th>闪点/℃
不低于</th><th>倾点/℃
不高于</th><th>主要性能和用途</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="19">工业
闭式
齿轮油
(GB 5903
—1995)</td><td rowspan="6">L－CKB
抗氧防
锈工业
齿轮油</td><td>46</td><td>41.4～50.6</td><td rowspan="3">180</td><td rowspan="6">－5</td><td rowspan="6">具有良好的抗氧化性、抗腐蚀性、抗浮化性等性能，适用于齿面应力在 500 MPa 以下的一般工业闭式齿轮传动的润滑</td><td rowspan="19">L－润滑剂类</td></tr>
<tr><td>68</td><td>61.2～74.8</td></tr>
<tr><td>100</td><td>90～110</td></tr>
<tr><td>150</td><td>135～165</td><td rowspan="3">200</td></tr>
<tr><td>220</td><td>198～242</td></tr>
<tr><td>320</td><td>288～352</td></tr>
<tr><td rowspan="7">L－CKC
中载荷
工业齿
轮油</td><td>68</td><td>61.2～74.8</td><td rowspan="2">180</td><td rowspan="6">－8</td><td rowspan="7">具有良好的极压抗磨和热氧化安定性，适用冶金、矿山、机械、水泥等工业的中载荷（500～1 100 MPa）闭式齿轮的润滑</td></tr>
<tr><td>100</td><td>90～110</td></tr>
<tr><td>150</td><td>135～165</td><td rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>220</td><td>198～242</td></tr>
<tr><td>320</td><td>288～352</td></tr>
<tr><td>460</td><td>414～506</td></tr>
<tr><td>680</td><td>612～748</td><td>－5</td></tr>
<tr><td rowspan="6">L－CKD
重载荷
工业齿
轮油</td><td>100</td><td>90～110</td><td rowspan="2">180</td><td rowspan="4">－8</td><td rowspan="6">具有更好的极压抗磨性、抗氧化性，适用于矿山、冶金、机械、化工等行业的重载荷齿轮传动装置</td></tr>
<tr><td>150</td><td>135～165</td></tr>
<tr><td>220</td><td>198～242</td><td rowspan="4">200</td></tr>
<tr><td>320</td><td>288～352</td></tr>
<tr><td>460</td><td>414～506</td><td rowspan="2">－5</td></tr>
<tr><td>680</td><td>612～748</td></tr>
<tr><td rowspan="7">主轴油</td><td rowspan="7">主轴油
(SH/T 0017
—1990)</td><td>N2</td><td>2.0～2.4</td><td>60</td><td rowspan="7">凝点
不高于
－15</td><td rowspan="7">主要适用于精密机床主轴轴承的润滑及其他以油浴、压力、油雾润滑为润滑方式的滑动轴承和滚动轴承的润滑。N10 可作为普通轴承用油和缝纫机用油</td><td rowspan="7">SH 为石化部标准代号</td></tr>
<tr><td>N3</td><td>2.9～3.5</td><td>70</td></tr>
<tr><td>N5</td><td>4.2～5.1</td><td>80</td></tr>
<tr><td>N7</td><td>6.2～7.5</td><td>90</td></tr>
<tr><td>N10</td><td>9.0～11.0</td><td>100</td></tr>
<tr><td>N15</td><td>13.5～16.5</td><td>110</td></tr>
<tr><td>N22</td><td>19.8～24.2</td><td>120</td></tr>
</table>

续表

类别	品种代号	牌号	运动粘度[①]/(mm^2/s)	闪点/℃不低于	倾点/℃不高于	主要性能和用途	说明
全损耗系统用油	L-AN全损耗系统用油(GB 433—1989)	5	4.14~5.06	80	-5	不加或加少量添加剂,质量不高,适用于一次性润滑和某些要求较低、换油周期较短的油浴式润滑	全损耗系统用油包括L-AN全损耗系统油(原机械油)和主轴油(铁路机车主轴油)
		7	6.12~7.48	110			
		10	9.00~11.00	130			
		15	13.5~16.5	150			
		22	19.8~24.2				
		32	28.8~35.2				
		46	41.4~50.6				
		68	61.2~74.8	160			
		100	90.0~110	180			
		150	135~165				

① 在40 ℃的条件下。

附表7.2 常用润滑脂的主要性质和用途

名称	代号	滴点/℃不低于	工作锥入度(25 ℃,150 g)1/10 mm	主要用途
钙基润滑脂(GB 491—1987)	L-XAAMHA1	80	310~340	有耐水性能。用于工作温度低于55~60 ℃的各种工农业、交通运输机械设备的轴承润滑,特别是有水或潮湿处
	L-XAAMHA2	85	265~295	
	L-XAAMHA3	90	220~250	
	L-XAAMHA4	95	175~205	
钠基润滑脂(GB 492—1989)	L-XACMGA2	160	265~295	不耐水(或潮湿)。用于工作温度在-10~110 ℃的一般中等载荷机械设备轴承润滑
	L-XACMGA3		220~250	
通用锂基润滑脂(GB 7324—1994)	ZL-1	170	310~340	有良好的耐水性和耐热性。适用于温度在较潮湿环境中工作的机械润滑,多用于铁路机车、列车、小电动机、发电机滚动轴承(温度较高者)的润滑。不适于低温工作
	ZL-2	175	265~295	
	ZL-3	180	220~250	
钙钠基润滑脂(SH/T 0368—1992)	ZGN-2	120	250~290	用于工作温度在80~100 ℃、有水分或较潮湿环境中工作的机械润滑,多用于铁路机车、列车、小电动机、发电机滚动轴承(温度较高者)的润滑。不适于低温工作
	ZGN-3	135	200~240	

续表

名称	代号	滴点/℃ 不低于	工作锥入度 (25 ℃,150 g) 1/10 mm	主要用途
石墨钙基润滑脂 (SH/T 0369—1992)	ZG-S	80	—	人字齿轮,起重机、挖掘机的底盘齿轮,矿山机械、绞车钢丝绳等高载荷、高压力、低速度的粗糙机械润滑及一般开式齿轮润滑。能耐潮湿
滚珠轴承润滑脂 (SH/T 0386—1992)	ZGN 69-2	120	250~290 (-40 ℃时为30)	用于机车、汽车、电动机及其他机械的滚动轴承润滑
7407号齿轮 润滑脂 (SH/T 0469—1994)		160	75~90	适用于各种低速,中、重载荷齿轮、链和联轴器等的润滑,使用温度≤120 ℃,可承受冲击载荷
高温润滑脂 (GB 11124—1989)	7014-1号	280	62~75	适用于高温下各种滚动轴承的润滑,也可用于一般滑动轴承和齿轮的润滑。使用温度为-40~+200 ℃
工业凡士林 (SH 0039—1990)		54	—	适用于作金属零件、机器的防锈,在机械的温度不高和载荷不大时,可用作减摩润滑脂

附录 8　电动机

一、Y 系列三相异步电机(JB/T 10391—2008 摘录)

Y 系列电动机为全封闭自扇冷式笼型三相异步电机，是按照国际电工委员会(IEC)标准设计的，具有国际互换性的特点。用于空气中不含易燃、易爆或腐蚀性气体的场所，适用于无特殊要求的机械上，如机床、泵、风机、运输机、搅拌机、农业机械等。也用于某些需要高起动转矩的机器上，如压缩机。

附表 8.1　Y 系列(IP44)电动机的技术数据

电动机型号	额定功率/kW	满载转速/(r/min)	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
同步转速 3 000 r/min,2 极				
Y801 - 2	0.75	2 825	2.2	2.2
Y802 - 2	1.1	2 825	2.2	2.2
Y90S - 2	1.5	2 840	2.2	2.2
Y90L - 2	2.2	2 840	2.2	2.2
Y100L - 2	3	2 880	2.2	2.2
Y112M - 2	4	2 890	2.2	2.2
Y132S1 - 2	5.5	2 900	2.0	2.2
Y132S2 - 2	7.5	2 900	2.0	2.2
Y160M1 - 2	11	2 930	2.0	2.2
Y160M2 - 2	15	2 930	2.0	2.2
Y160L - 2	18.5	2 930	2.0	2.2
Y180M - 2	22	2 930	2.0	2.2
Y200L1 - 2	30	2 950	2.0	2.2
Y200L2 - 2	37	2 950	2.0	2.2
Y225M - 2	45	2 970	2.0	2.2
Y250M - 2	55	2 970	2.0	2.2
同步转速 1 000 r/min,6 极				
Y90S - 6	0.75	910	2.0	2.0
Y90L - 6	1.1	910	2.0	2.0
Y100L - 6	1.5	940	2.0	2.0
Y112M - 6	2.2	940	2.0	2.0
Y132S - 6	3	960	2.0	2.0
Y132M1 - 6	4	960	2.0	2.0
Y132M2 - 6	5.5	960	2.0	2.0
Y160M - 6	7.5	970	2.0	2.0
Y160L - 6	11	970	2.0	2.0
Y180L - 6	15	970	1.8	2.0
Y200L1 - 6	18.5	970	1.8	2.0
Y200L2 - 6	22	970	1.8	2.0
Y225M - 6	30	980	1.7	2.0
Y250M - 6	37	980	1.8	2.0
Y280S - 6	45	980	1.8	2.0
Y280M - 6	55	980	1.8	2.0
同步转速 1 500 r/min,4 极				
Y801 - 4	0.55	1 390	2.2	2.2

续表

电动机型号	额定功率/kW	满载转速/(r/min)	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	电动机型号	额定功率/kW	满载转速/(r/min)	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
同步转速 1 500 r/min,4 极					Y250M－4	55	1 480	2.0	2.2
Y802－4	0.75	1 390	2.2	2.2	Y280S－4	75	1 480	1.9	2.2
Y90S－4	1.1	1 400	2.2	2.2	Y280M－4	90	1 480	1.9	2.2
Y90L－4	1.5	1 400	2.2	2.2	同步转速 750 r/min,8 极				
Y100L1－4	2.2	1 420	2.2	2.2	Y132S－8	2.2	710	2.0	2.0
Y100L2－4	3	1 420	2.2	2.2	Y132M－8	3	710	2.0	2.0
Y112M－4	4	1 440	2.2	2.2	Y160M1－8	4	720	2.0	2.0
Y132S－4	5.5	1 440	2.2	2.2	Y160M2－8	5.5	720	2.0	2.0
Y132M－4	7.5	1 440	2.2	2.2	Y160L－8	7.5	720	2.0	2.0
Y160M－4	11	1 460	2.2	2.2	Y180L－8	11	730	1.7	2.0
Y160L－4	15	1 460	2.2	2.2	Y200L－8	15	730	1.8	2.0
Y180M－4	18.5	1 470	2.0	2.2	Y225S－8	18.5	730	1.7	2.0
Y180L－4	22	1 470	2.0	2.2	Y225M－8	22	730	1.8	2.0
Y200L－4	30	1 470	2.0	2.2	Y250M－8	30	730	1.8	2.0
Y225S－4	37	1 480	1.9	2.2	Y280S－8	37	740	1.8	2.0
Y225M－4	45	1 480	1.9	2.2	Y280M－8	45	740	1.8	2.0

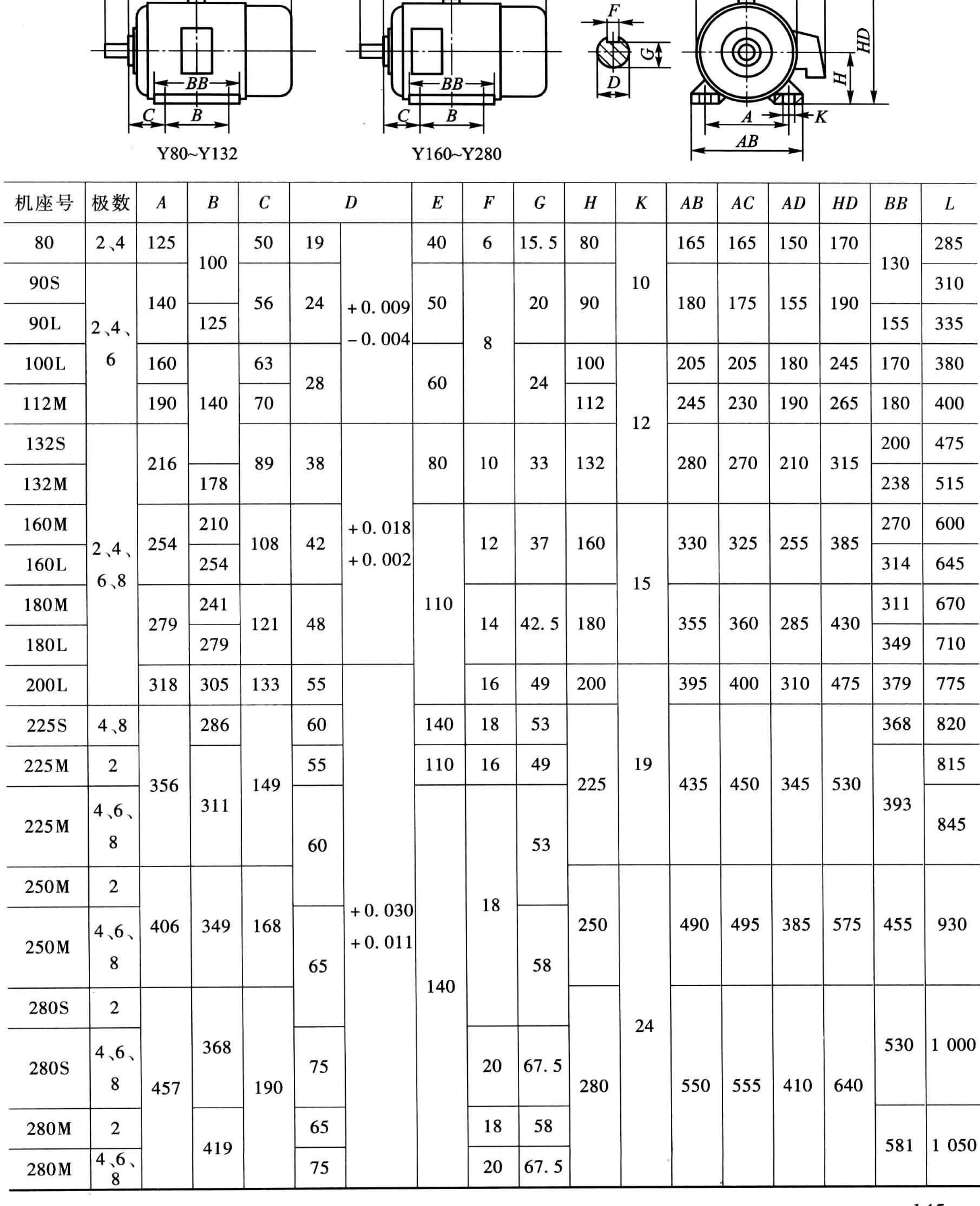
注:电动机型号意义:以 Y132S2－2－B3 为例,Y 表示系列代号,132 表示机座中心高,S2 表示短机座第二种铁心长度(M—中机座,L—长机座),2 为电动机的极数,B3 表示安装形式。

附表 8.2　Y 系列电动机安装代号

安装形式	基本安装型	由 B3 派生安装型				
	B3	V5	V6	B6	B7	B8
示意图						
中心高/mm	80～280	80～160				

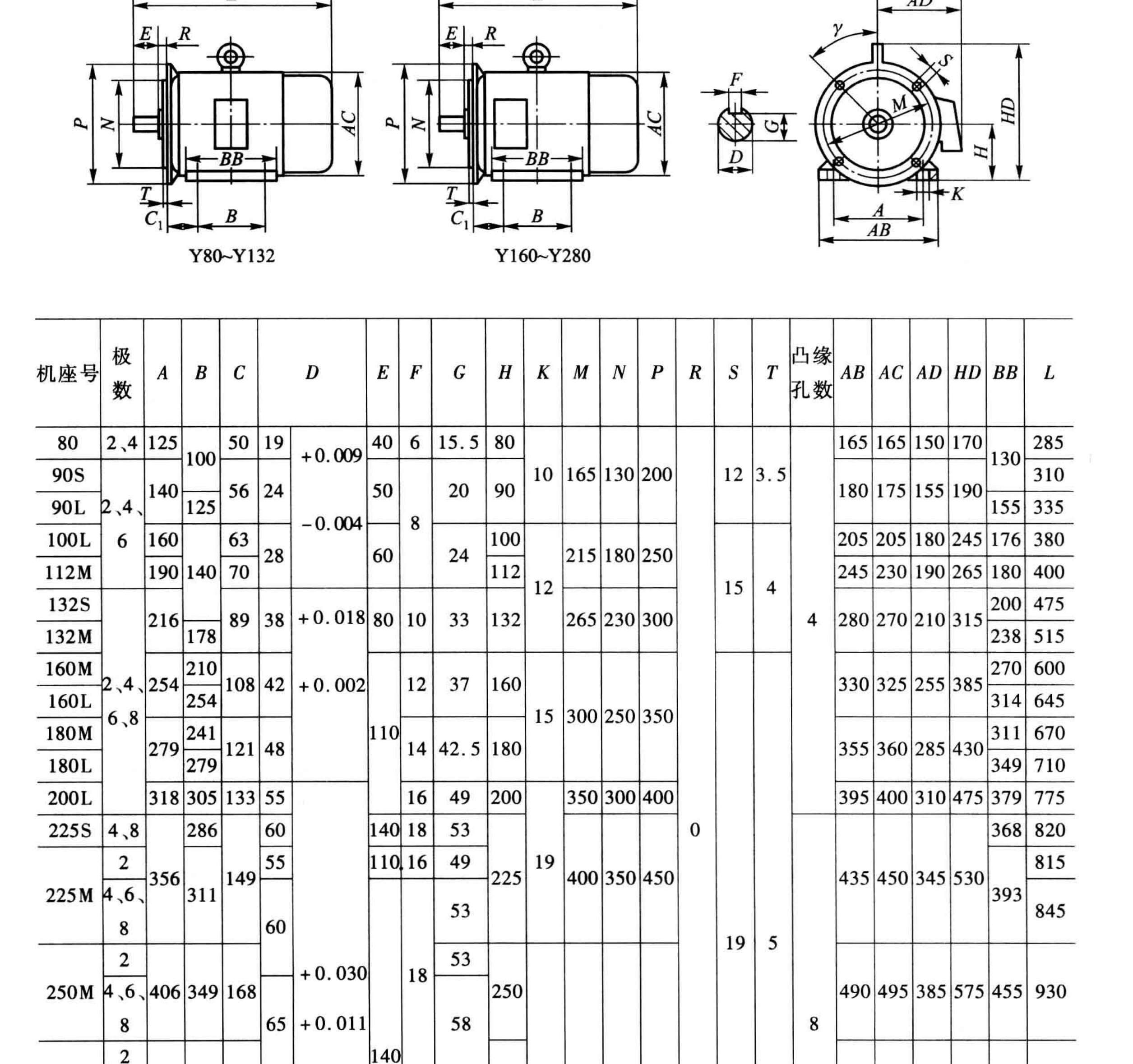
安装形式	基本安装型	由 B5 派生安装型		基本安装型	由 B35 派生安装型	
	B5	V1	V3	B35	V15	V36
示意图						
中心高/mm	80～225	80～280	80～160	80～280	80～160	

附表 8.3　机座带底脚、端盖无凸缘(B3、B6、B7、B8、V5、V6 型)电动机的安装及外形尺寸　mm



机座号	极数	A	B	C	D		E	F	G	H	K	AB	AC	AD	HD	BB	L
80	2、4	125	100	50	19	+0.009 −0.004	40	6	15.5	80	10	165	165	150	170	130	285
90S	2、4、6	140		56	24		50	8	20	90		180	175	155	190		310
90L			125													155	335
100L		160	140	63	28		60		24	100	12	205	205	180	245	170	380
112M		190		70						112		245	230	190	265	180	400
132S	2、4、6、8	216		89	38	+0.018 +0.002	80	10	33	132		280	270	210	315	200	475
132M			178													238	515
160M		254	210	108	42		110	12	37	160	15	330	325	255	385	270	600
160L			254													314	645
180M		279	241	121	48			14	42.5	180		355	360	285	430	311	670
180L			279													349	710
200L		318	305	133	55	+0.030 +0.011		16	49	200	19	395	400	310	475	379	775
225S	4、8	356	286	149	60		140	18	53	225		435	450	345	530	368	820
225M	2		311		55		110	16	49							393	815
225M	4、6、8				60		140	18	53								845
250M	2	406	349	168						250	24	490	495	385	575	455	930
250M	4、6、8				65				58								
280S	2	457	368	190						280		550	555	410	640	530	1 000
280S	4、6、8				75			20	67.5								
280M	2		419		65			18	58							581	1 050
280M	4、6、8				75			20	67.5								

附表 8.4 机座带底脚、端盖有凸缘(V35、V15、V36 型)电动机的安装及外形尺寸 mm

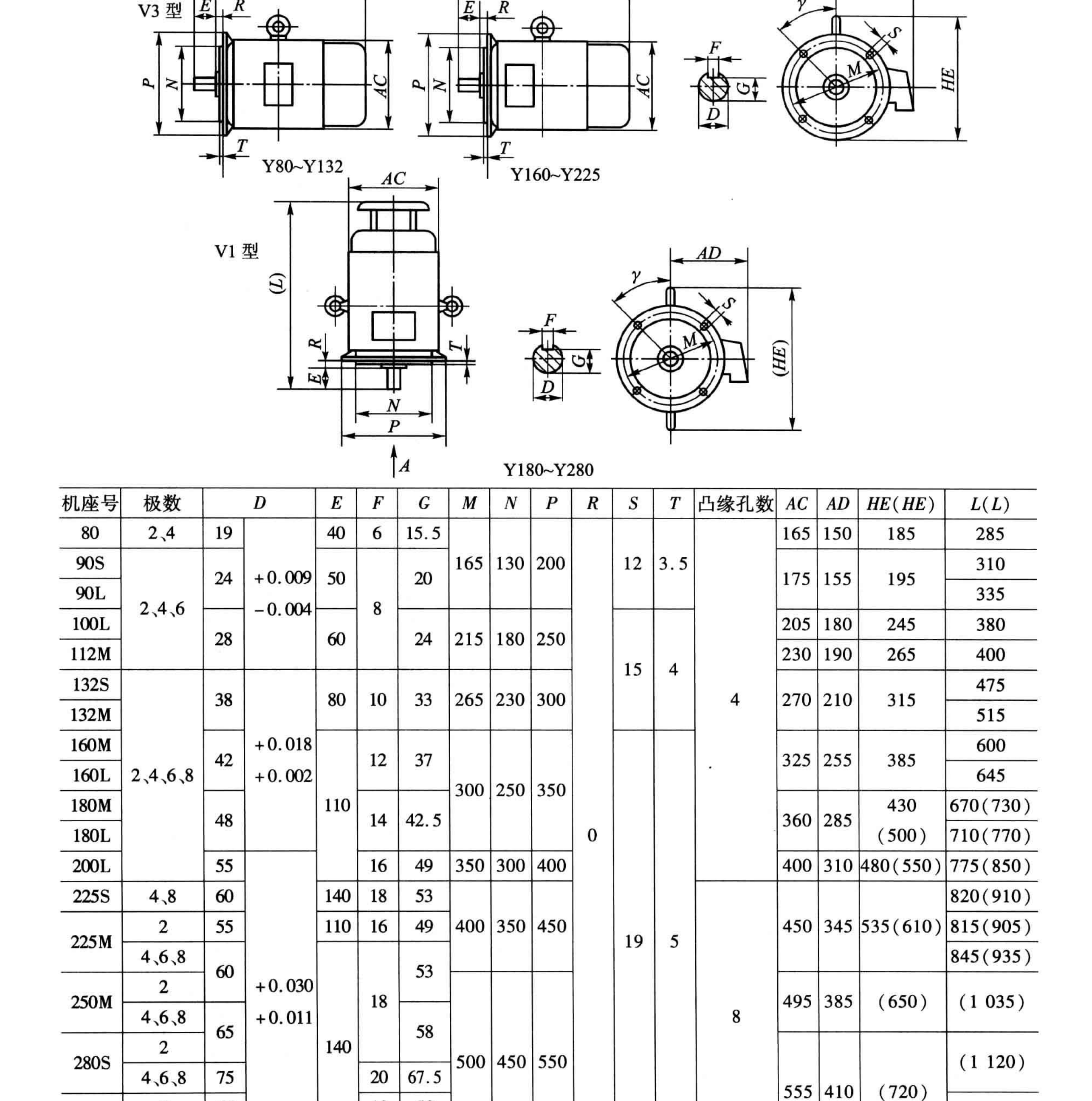


机座号	极数	A	B	C	D		E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	凸缘孔数	AB	AC	AD	HD	BB	L
80	2、4	125	100	50	19	+0.009	40	6	15.5	80	10	165	130	200		12	3.5		165	165	150	170	130	285
90S	2、4、6	140		56	24		50	8	20	90									180	175	155	190		310
90L			125			−0.004																	155	335
100L		160	140	63	28		60		24	100	12	215	180	250		15	4		205	205	180	245	176	380
112M		190		70						112									245	230	190	265	180	400
132S	2、4、6、8	216		89	38	+0.018	80	10	33	132		265	230	300				4	280	270	210	315	200	475
132M			178																				238	515
160M		254	210	108	42	+0.002	110	12	37	160	15	300	250	350		19	5		330	325	255	385	270	600
160L			254																				314	645
180M		279	241	121	48			14	42.5	180									355	360	285	430	311	670
180L			279																				349	710
200L		318	305	133	55			16	49	200	19	350	300	400					395	400	310	475	379	775
225S	4、8	356	286	149	60		140	18	53	225		400	350	450	0			8	435	450	345	530	368	820
225M	2		311		55		110	16	49														393	815
	4、6、8				60		140	18	53															845
250M	2	406	349	168		+0.030			53	250									490	495	385	575	455	930
	4、6、8				65	+0.011			58															
280S	2	457	368	190						280	24	500	450	550					550	555	410	640	530	1 000
	4、6、8				75			20	67.5															
280M	2		419		65			18	58														581	1 050
	4、6、8				75			20	67.5															

注:1. Y80 ~ Y200 时,γ = 45°;Y225 ~ Y280 时,γ = 22.5°。

2. N 的极限偏差 130 和 180 为 $^{+0.014}_{-0.011}$,230 和 250 为 $^{+0.016}_{-0.013}$,300 为 ±0.016,350 为 ±0.018,450 为 ±0.020。

附表 8.5 机座不带底脚、端盖有凸缘(B5、V3 型)和立式安装、机座不带底脚、端面有凸缘,轴伸向下(V1 型)电动机的安装及外形尺寸 mm



机座号	极数	D		E	F	G	M	N	P	R	S	T	凸缘孔数	AC	AD	HE(HE)	L(L)
80	2、4	19	+0.009 -0.004	40	6	15.5	165	130	200	0	12	3.5	4	165	150	185	285
90S	2、4、6	24		50	8	20								175	155	195	310
90L																	335
100L		28		60		24	215	180	250		15	4		205	180	245	380
112M														230	190	265	400
132S	2、4、6、8	38	+0.018 +0.002	80	10	33	265	230	300					270	210	315	475
132M																	515
160M		42		110	12	37	300	250	350		19	5		325	255	385	600
160L																	645
180M		48			14	42.5								360	285	430 (500)	670(730)
180L																	710(770)
200L		55	+0.030 +0.011		16	49	350	300	400					400	310	480(550)	775(850)
225S	4、8	60		140	18	53	400	350	450				8	450	345	535(610)	820(910)
225M	2	55		110	16	49											815(905)
	4、6、8	60		140	18	53											845(935)
250M	2						500	450	550					495	385	(650)	(1 035)
	4、6、8	65				58											
280S	2													555	410	(720)	(1 120)
	4、6、8	75			20	67.5											
280M	2	65			18	58											(1 170)
	4、6、8	75			20	67.5											

注:1. Y80 ~ Y200 时,$\gamma = 45°$;Y225 ~ Y280 时,$\gamma = 22.5°$。

2. N 的极限偏差 130 和 180 为 $^{+0.014}_{-0.011}$,230 和 250 为 $^{+0.016}_{-0.013}$,300 为 ±0.016,350 为 ±0.018,450 为 ±0.020。

二、YZR、YZ 系列三相异步电机（JB/T 10105—1999，JB/T 10104—1999 摘录）

YZR、YZ 系列电动机为冶金及起重用的三相异步电机，是用于驱动各种形式的起重机械和冶金设备中的辅助机械的专用系列产品。它具有较大的过载能力和较高的机械强度，特别适用于短时或断续周期运行、频繁起动和制动、有时过载荷及有显著的振动与冲击的设备。

根据载荷的不同性质、电动机常用的工作制分为 S2（短时工作制）、S3（断续周期工作制）、S4（包括起动的断续周期性工作制）、S5（包括电制动的断续周期工作制）四种。电动机的额定工作制为 S3，每一工作周期为 10 min，即相当于等效起动 6 次/h。电动机的基准负载持续率 *FC* 为 40%，*FC* = 工作时间/一个工作周期；工作时间包括起动和制动时间。

电动机的各种起动和制动状态折算成每小时等效全起动次数的方法为：点动相当于 0.25 次全起动；电制动至停转相当于 1.8 次全起动；电制动至全速反转相当于 1.8 次全起动。

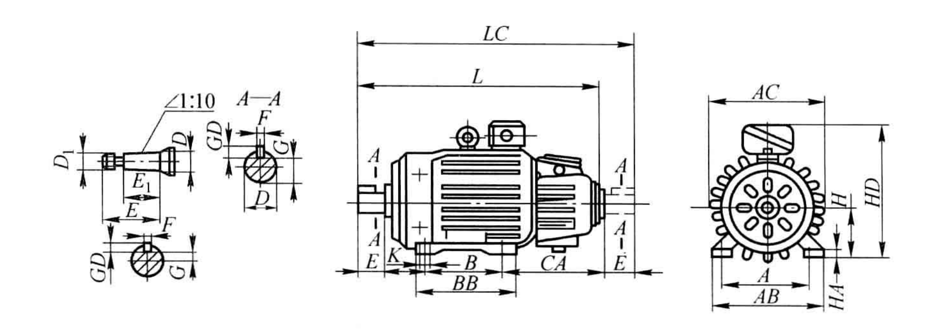
附表 8.6　YZR 系列电动机的技术数据

型号	S2				S3									
					6 次/h*									
	30 min		60 min		*FC* = 15%		*FC* = 25%		*FC* = 40%			*FC* = 60%		
	额定功率	转速	额定功率	转速	额定功率	转速	额定功率	转速	额定功率	最大转矩/额定转矩	转速	额定功率	转速	
	kW	r/min	kW	r/min	kW	r/min	kW	r/min	kW		r/min	kW	r/min	
YZR132M2 - 6	4.0	900	3.7	908	5.0	875	4.0	900	3.7	2.51	908	3.0	937	
YZR160M1 - 6	6.3	921	5.5	930	7.5	910	6.3	921	5.5	2.56	930	5.0	935	
YZR160M2 - 6	8.5	930	7.5	940	11	908	8.5	930	7.5	2.78	940	6.3	949	
YZR160L - 6	13	942	11	957	15	920	13	942	11	2.47	945	9.0	952	
YZR160L - 8	9	694	7.5	705	11	676	9	694	7.5	2.73	705	6	717	
YZR180L - 8	13	700	11	700	15	690	13	700	11	2.72	700	9	720	

型号	S3		S4 及 S5											
			150 次/h*						300 次/h					
	FC = 100%		*FC* = 25%		*FC* = 40%		*FC* = 60%		*FC* = 40%		*FC* = 60%			
	额定功率	转速	额定功率	转速	额定功率	转速	额定功率	转速	额定功率	转速	额定功率	转速		
	kW	r/min	kW	r/min	kW	r/min	kW	r/min	kW	r/min	kW	r/min		
YZR132M2 - 6	2.5	950	3.7	915	3.3	925	2.8	940	3.4	925	2.8	940		
YZR160M1 - 6	4.0	944	5.8	927	5.0	935	4.8	937	5.0	935	4.8	937		
YZR160M2 - 6	5.5	956	7.5	940	7.0	945	6.0	954	6.0	954	5.5	959		
YZR160L - 6	7.5	970	11	950	10	957	8.0	969	8.0	969	7.5	971		
YZR180L - 6	11	975	15	960	13	965	12	969	12	969	11	972		
YZR200L - 6	17	973	21	965	18.5	970	17	973	17	973				
YZR160L - 8	5	724	7.5	712	7	716	5.8	724	6.0	722	50	727		
YZR180L - 8	7.5	726	11	711	10	717	8.0	728	8.0	728	7.5	729		
YZR200L - 8	11	723	15	713	13	718	12	720	12	720	11	724		
YZR225M - 8	17	723	21	718	18.5	721	17	724	17	724	15	727		

* 为热等效起动次数。

附表 8.7 YZR 系列电动机的安装及外形尺寸(IM1001、IM1003 及 IM1002、IM1004 型) mm

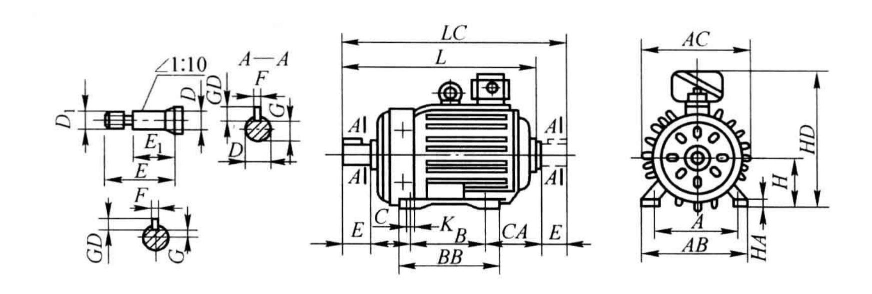


机座号	安装尺寸														外形尺寸						
	H	A	B	C	CA	K	螺栓直径	D	D_1	E	E_1	F	G	GD	AC	AB	HD	BB	L	LC	HA
112M	11	190	140	70	300	12	M10	32		80		10	27	8	245	250	330	235	590	670	15
132M	132	216	178	89				38					33		285	275	360	260	645	727	17
160M	160	254	210	108	330	15	M12	48		110		14	42.5	9	325	320	420	290	758	868	20
160L			254															335	800	912	
180L	180	279	279	121	360			55	M36×3		82		19.9		360	360	460	380	870	980	22
200L	200	318	305	133	400	19	M16	60	M42×3	140	105	16	21.4	10	405	405	510	400	975	1 118	25
225M	225	356	311	149	450			65					23.9		430	455	545	410	1 050	1 190	28
250M	250	406	349	168	540	24	M20	70	M48×3			18	25.4	11	480	515	605	510	1 195	1 337	30
280S	280	457	368	190				85	M56×3	170	130	20	31.7	12	535	575	665	530	1 265	1 438	32
280M			419															580	1 315	1 489	
315S	315	508	406	216	600	28	M24	95	M64×4			22	35.2	14	620	640	750		1 390	1 562	35
315M			457															630	1 440	1 613	
355M	355	610	560	254				110	M80×4	210	165	25	41.9		710	740	840	730	1 650	1 864	38
355L			630		630													800	1 720	1 934	
400L	400	686	710	280		35	M30	130	M100×4	250	200	28	50	16	840	855	950	910	1 865	2 120	50

附表 8.8　YZ 系列电动机技术数据

型号	S2						S3																		
							6 次/h(热等效起动次数)																		
	30 min			60 min			15%			25%			40%								60%			100%		
	额定功率/kW	定子电流/A	转速/(r/min)	额定功率/kW	定子电流/A	转速/(r/min)	额定功率/kW	定子电流/A	转速/(r/min)	额定功率/kW	定子电流/A	转速/(r/min)	额定功率/kW	定子电流/A	转速/(r/min)	最大转矩/额定转矩	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/额定电流	效率/%	功率因数	额定功率/kW	定子电流/A	转速/(r/min)	额定功率/kW	定子电流/A	转速/(r/min)
YZ112M－6	1.8	4.9	892	1.5	4.25	920	2.2	6.5	810	1.8	4.9	892	1.5	4.25	920	2.7	2.44	4.47	69.5	0.765	1.1	2.7	946	0.8	3.5	980
YZ132M1－6	2.5	6.5	920	2.2	5.9	935	3.0	7.5	804	2.5	6.5	920	2.2	5.9	935	2.9	3.1	5.16	74	0.745	1.8	5.3	950	1.5	4.9	960
YZ132M2－6	4.0	9.2	915	3.7	8.8	912	5.0	11.6	890	4.0	9.2	915	3.7	8.8	912	2.8	3.0	5.54	79	0.79	3.0	7.5	940	2.8	7.2	945
YZ100M1－6	6.3	14.1	922	5.5	12.5	933	7.5	16.8	903	6.3	14.1	922	5.5	12.5	933	2.7	2.5	4.9	80.6	0.83	5.0	11.5	940	4.0	10	953
YZ100M2－6	8.5	18	943	7.5	15.9	948	11	25.4	926	8.5	18	943	7.5	15.9	948	2.9	2.4	5.52	83	0.86	6.3	14.2	956	5.5	13	961
YZ160L－6	15	32	920	11	24.6	953	15	32	920	13	28.7	936	11	24.6	953	2.9	2.7	6.17	84	0.852	9	20.6	964	2.5	18.8	972
YZ100L－8	9	21.1	694	7.5	18	705	11	27.4	675	9	21.1	694	7.5	18	705	2.7	2.5	5.1	82.4	0.766	6.0	15.6	717	5	14.2	724
YZ180L－8	13	30	675	11	25.8	694	15	35.3	654	13	30	675	11	25.8	694	2.5	2.6	4.9	80.9	0.811	9	21.5	710	7.5	19.2	718
YZ200L－8	18.5	40	697	15	33.1	710	22	47.5	686	18.5	40	697	15	33.1	710	2.8	2.7	6.1	86.2	0.80	13	28.1	714	11	26	720
YZ225M－8	26	53.5	701	22	45.8	712	33	69	687	26	53.5	701	22	45.8	712	2.9	2.9	6.2	87.5	0.834	18.5	40	718	17	37.5	720
YZ250M1－8	35	74	681	30	63.3	694	42	89	663	35	74	681	30	63.3	694	2.54	2.7	5.47	85.7	0.84	26	56	702	22	45	717

附表 8.9　YZ 系列电动机的安装及外形尺寸（IM1001、IM1003 及 IM1002、IM1004 型）　mm



机座号	安装尺寸														外形尺寸						
	H	*A*	*B*	*C*	*CA*	*K*	螺栓直径	*D*	D_1	*E*	E_1	*F*	*G*	*GD*	*AC*	*AB*	*HD*	*BB*	*L*	*LC*	*HA*
112M	112	190	140	70	135	12	M10	32		80		10	27	8	245	250	325	235	420	505	15
132M	132	216	178	89	150			38					33		285	275	355	260	495	577	17
160M	160	254	210	108	180	15	M12	48		110		14	42.5	9	325	320	420	290	608	718	20
160L			254															335	650	762	
180L	180	279	279	121				55	M36 × 3		82		19.9		360	360	460	380	685	800	22
200L	200	318	305	133	210	19	M16	60	M42 × 3	140	105	16	21.4	10	405	405	510	400	780	928	25
225M	225	356	311	149	258			65					23.9		430	455	545	410	850	998	28
250M	250	406	349	168	295	24	M20	70	M48 × 3			18	25.4	11	480	515	605	510	935	1 092	30

附表 8.10　YZR、YZ 系列电动机安装形式及其代号

安装形式	代号	制造范围（机座号）	备注
	1M1001	112 ~ 160	
	1M1003	180 ~ 400	锥形轴伸
	1M1002	112 ~ 160	
	1M1004	180 ~ 400	锥形轴伸

附录 9　联轴器

附表 9.1　轴孔和键槽的形式、代号及系列尺寸(GB/T 3852—1997 摘录)

	长圆柱形轴孔(Y 型)	有沉孔的短圆柱形轴孔(J 型)	无沉孔的短圆柱形轴孔(J_1 型)	有沉孔的圆锥形轴孔(Z 型)
轴孔				
键槽		A 型　B 型		C 型

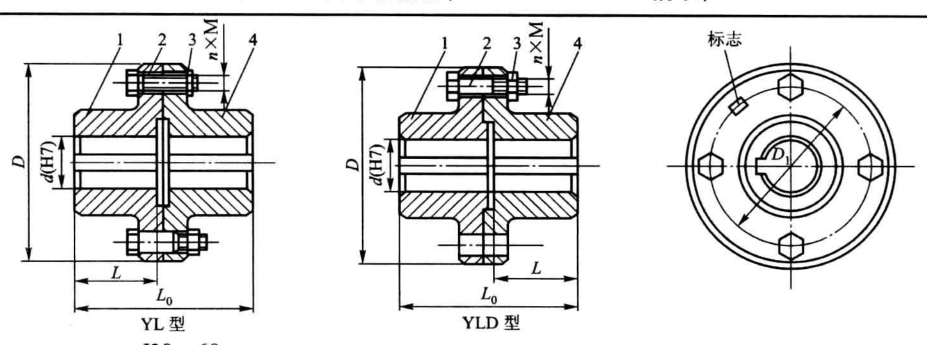
轴孔和 C 型键槽尺寸　　mm

直径	轴孔长度			沉孔		C 型键槽			直径	轴孔长度			沉孔		C 型键槽		
	L						t_2			L						t_2	
d、d_z	Y 型	J、J_1、Z 型	L_1	d_1	R	b	公称尺寸	极限偏差	d、d_z	Y 型	J、J_1、Z 型	L_1	d_1	R	b	公称尺寸	极限偏差
16	42	30	42	38	1.5	3	8.7	±0.1	55	112	84	112	95	2.5	14	29.2	±0.2
18						4	10.1		56							29.7	
19							10.6		60	142	107	142	105		16	31.7	
20	52	38	52				10.9		63							32.2	
22							11.9		65							34.2	
24						5	13.4		70				120		18	36.8	
25	62	44	62	48			13.7		71							37.3	
28							15.2		75							39.3	
30	82	60	82	55			15.8		80	172	132	172	140		20	41.6	
32					2	6	17.3		85					3		44.1	
35							18.3		90				160		22	47.1	
38				65			20.3		95							49.6	
40	112	84	112			10	21.2	±0.2	100	212	167	212	180		25	51.3	
42							22.2		110							56.3	
45				80		12	23.7		120				210		28	62.3	
48							25.2		125					4		64.8	
50				95			26.2		130	252	202	252	235			66.4	

轴孔与轴伸的配合、键槽宽度 b 的极限偏差				
d、d_z/mm	圆柱形轴孔与轴伸的配合		圆锥形轴孔的直径偏差	键槽宽度 b 的极限偏差
6～30	H7/j6	根据使用要求也可选用 H7/r6 或 H7/n6	Js10(圆锥角度及圆锥形状公差应小于直径公差)	P9 (或 Js9、D10)
>30～50	H7/k6			
>50	H7/m6			

注:无沉孔的圆锥形轴孔(Z_1 型)和 B_1 型、D 型键槽尺寸,详见 GB/T 3852—1997。

附表 9.2　凸缘联轴器(GB/T 5843—2003 摘录)



标记示例:YL3 联轴器 $\frac{J30\times60}{J_1B28\times44}$ GB/T 5843

主动端:J 型轴孔,A 型键槽,$d=30$ mm,$L=60$ mm

从动端:J_1 型轴孔,B 型键槽,$d=28$ mm,$L=44$ mm

1、4—半联轴器

2—螺栓

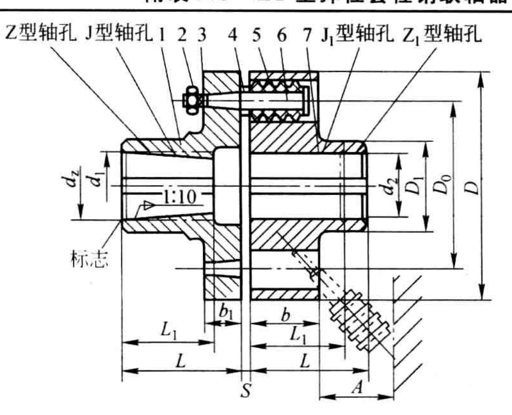
3—尼龙锁紧螺帽

型号	公称扭矩/(N·m)	许用转速/(r/min) 铁	许用转速/(r/min) 钢	轴孔直径* d(H7)/mm	轴孔长度 L/mm Y 型	轴孔长度 L/mm J、J_1 型	D/mm	D_1/mm	螺栓 数量**	螺栓 直径/mm	L_0/mm Y 型	L_0/mm J、J_1 型	质量/kg	转动惯量/(kg·m^2)
YL1 YLD1	10	8 100	13 000	10,11	25	22	71	53	3 (3)	M6	54	48	0.94	0.001 8
				12,14	32	27					68	58		
				16,18,19	42	30					88	64		
				20,(22)	52	38					108	80		
YL2 YLD2	16	7 200	12 000	12,14	32	27	80	64	4 (4)		68	58	1.50	0.003 5
				16,18,19	42	30					88	64		
				20,(22)	52	38					108	80		
YL3 YLD3	25	6 400	10 000	14	32	27	90	69	3 (3)	M8	68	58	1.99	0.006 0
				16,18,19	42	30					88	64		
				20,22,(24)	52	38					108	80		
				(25)	62	44					128	92		
YL4 YLD4	40	5 700	9 500	18,19	42	30	100	80			88	64	2.47	0.009 2
				20,22,24	52	38					108	80		
				25,(28)	62	44					128	92		
YL5 YLD5	63	5 500	9 000	22,24	52	38	105	85	4 (4)		108	80	3.19	0.013
				25,28	62	44					128	92		
				30,(32)	82	60					168	124		

*括号内的轴孔直径仅适用于钢制联轴器;

**括号内的螺栓数量为铰制孔用螺栓数量。

附表 9.3 LT 型弹性套柱销联轴器(GB/T 4323—2002 摘录)



1、7—半联轴器
2—螺母
3—弹簧垫圈
4—挡圈
5—弹性套
6—柱销

标记示例:LT3 联轴器 $\frac{\text{ZC16}\times 30}{\text{JB18}\times 42}$ GB/T 4323

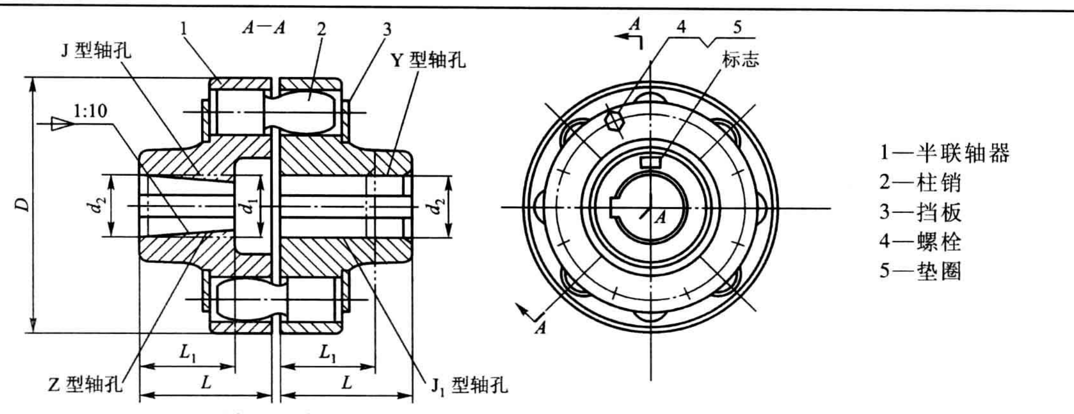
主动端:Z 型轴孔,C 型键槽,d_z = 16 mm,L = 30 mm

从动端:J 型轴孔,B 型键槽,d_2 = 18 mm,L = 42 mm

型号	公称转矩 T_n	许用转矩 [n]	轴孔直径 d_1、d_2、d_z	轴孔长度/mm Y 型	J、J_1、Z 型		$L_{推荐}$	D	A	质量 m	转动惯量
	N·mm	r/min	mm	L	L_1	L		mm	mm	kg	kg·m²
LT1	6.3	8 800	9	20	14	—	25	71	18	0.82	0.000 5
			10,11	25	17						
			12,14	32	20						
LT2	16	7 600	12,14				35	80		1.20	0.000 8
			16,18,19	42	30	42					
LT3	31.5	6 300	16,18,19				38	95	35	2.20	0.002 3
			20,22	52	38	52					
LT4	63	5 700	20,22,24				40	106		2.84	0.003 7
			25,28	62	44	62					
LT5	125	4 600	25,28				50	130	45	6.05	0.012 0
			30,32,35	82	60	82					
LT6	250	3 800	32,35,38				55	160		9.57	0.028 0
			40,42	112	84	112					
LT7	500	3 600	40,42,45,48				65	190		14.01	0.055 0
LT8	710	3 000	45,48,50,55,56				70	224	65	23.12	0.134 0
			60,63	142	107	142					
LT9	1 000	2 850	50,55,56	112	84	112	80	250		30.69	0.213 0
			60,63,65,70,71	142	107	142					
LT10	2 000	2 300	63,65,70,71,75				100	315	80	61.40	0.660 0
			80,85,90,95	172	132	172					
LT11	4 000	1 800	80,85,90,95				115	400	100	120.70	2.122 0
			100,110	212	167	212					
LT12	8 000	1 450	100,110,120,125				135	475	130	210.34	5.390 0
			130	252	202	252					
LT13	16 000	1 150	120,125	212	167	212	160	600	180	419.36	17.580 0
			130,140,150	252	202	252					
			160,170	302	242	302					

注:质量、转动惯量按材料为铸钢、无孔、$L_{推荐}$计算近似值。

附表 9.4 弹性柱销联轴器(GB/T 5014—2003 摘录)



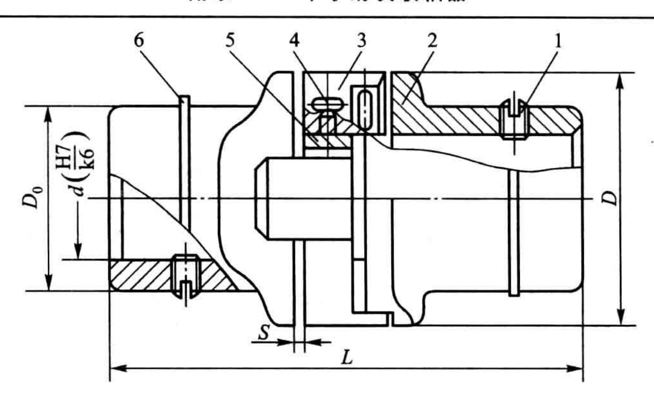
标记示例:HL7 联轴器 $\frac{ZC75\times107}{JB70\times107}$ GB 5014

主动端:Z 型轴孔,C 型键槽,$d_z=75$ mm,$L_1=107$ mm

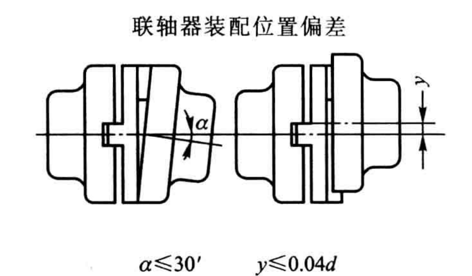
从动端:J 型轴孔,B 型键槽,$d_2=70$ mm,$L=107$ mm

型号	公称扭矩 /(N·m)	许用转速 /(r/min) 铁	许用转速 /(r/min) 钢	轴孔直径* d_1、d_2、d_z /mm	轴孔长度/mm Y 型 L	J、J_1、Z 型 L_1	J、J_1、Z 型 L	D mm	质量 /kg	转动惯量 /(kg·m²)	许用补偿量 径向 ΔY mm	轴向 ΔX mm	角向 Δα
HL1	160	7 100	7 100	12,14	32	27	32	90	2	0.006 4	0.15	±0.5	≤0°30′
				16,18,19	42	30	42						
				20,22,(24)	52	38	52						
HL2	315	5 600	5 600	20,22,24				120	5	0.253		±1	
				25,28	62	44	62						
				30,32,(35)	82	60	82						
HL3	630	5 000	5 000	30,32,35,38				160	8	0.6			
				40,42,(45),(48)	112	84	112						
HL4	1 250	2 800	4 000	40,42,45,48,50,55,56				195	22	3.4		±1.5	
				(60),(63)	142	107	142						
HL5	2 000	2 500	3 550	50,55,56,60,63,65,70,(71),(75)				220	30	5.4			
HL6	3 150	2 100	2 800	60,63,65,70,71,75,80				280	53	15.6	0.20	±2	
				(85)	172	132	172						
HL7	6 300	1 700	2 240	70,71,75	142	107	142	320	98	41.1			
				80,85,90,95	172	132	172						
				100,(110)	212	167	212						
HL8	10 000	1 600	2 120	80,85,90,95,100,110,(120),(125)				360	119	56.5			
HL9	16 000	1 250	1 800	100,110,120,125				410	197	133.3			
				130,(140)	252	202	252						
HL10	25 000	1 120	1 560	110,120,125	212	167	212	480	322	273.2	0.25	±2.5	
				130,140,150	252	202	252						
				160,(170),(180)	302	242	302						

注:1. 该联轴器最大型号为 HL14,详见 GB/T 5014—2003;
2. 带制动轮的弹性柱销联轴器 HLL 型可参阅 GB/T 5014—2003;
3. "*"栏内带括号的值仅适用于钢制联轴器;
4. 轴孔形式及长度 L、L_1 可根据需要选取。



联轴器装配位置偏差



$\alpha \leqslant 30'$　　$y \leqslant 0.04d$

序号	名称	数量	材料
1	平端紧定螺钉 GB/T 73—1985	2	
2	半联轴器	2	ZG 310 - 570
3	圆盘	1	45
4	压配式压注油杯 JB/T 7940.4—1995	2	
5	套筒	1	Q255
6	锁圈	2	弹簧钢丝

d	许用转矩 /(N·m)	许用转速 /(r/min)	D_0	D	L	S
15,17,18	120	250	32	70	95	$0.5^{+0.3}_{0}$
20,25,30	250	250	45	90	115	$0.5^{+0.3}_{0}$
36,40	500	250	60	110	160	$0.5^{+0.3}_{0}$
45,50	800	250	80	130	200	$0.5^{+0.3}_{0}$
55,60	1 250	250	95	150	240	$0.5^{+0.3}_{0}$
65,70	2 000	250	105	170	275	$0.5^{+0.3}_{0}$
75,80	3 200	250	115	190	310	$0.5^{+0.3}_{0}$
85,90	5 000	250	130	210	355	$1.0^{+0.5}_{0}$
95,100	8 000	250	140	240	395	$1.0^{+0.5}_{0}$
110,120	10 000	100	170	280	435	$1.0^{+0.5}_{0}$
130,140	16 000	100	190	320	485	$1.0^{+0.5}_{0}$
150	20 000	100	210	340	550	$1.0^{+0.5}_{0}$

附录 10　滚动轴承

一、轴承代号新旧标准对照

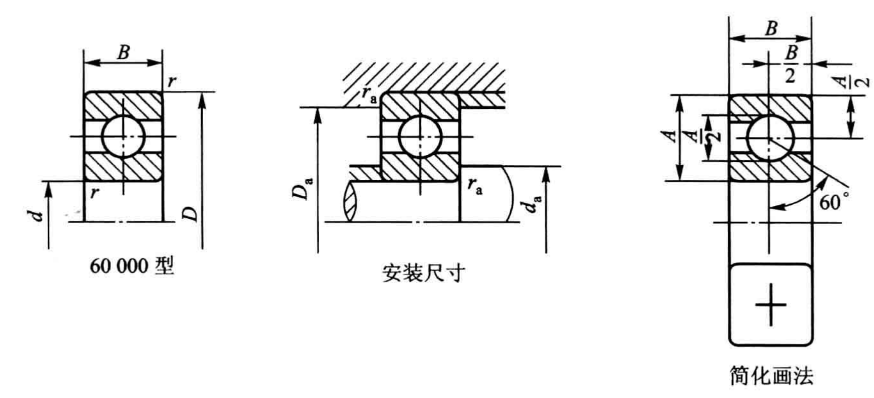
附表 10.1　一般轴承的基本代号对照

轴承名称	新标准(1994,1995 年等发布)			旧标准(1988 年发布)				
	类型代号	尺寸系列代号	轴承代号	宽度系列代号	结构代号	类型代号	直径系列代号	轴承代号
深沟球轴承	6	(1)0	6000	0	00	0	1	100
		(0)2	6200	0	00		2	200
		(0)3	6300	0	00		3	300
		(0)4	6400	0	00		4	400
角接触球轴承	7	(1)0	7000	0	03	6	1	3 4 6 { 6100
		(0)2	7200	0	04		2	6200
		(0)3	7300	0	05		3	6300
		(0)4	7400	0			4	6400
圆锥滚子轴承	3	02	30200	0	00	7	2	7200
		03	30300	0	00		3	7300
		22	32200	0	00		5	7500
		23	32300	0	00		6	7600
调心球轴承	1	(0)2	1200	0	00	1	2	1200
	(1)	22	2200	0	00		5	1500
	1	(0)3	1300	0	00		5	1500
	(1)	23	2300	0	00		6	1600
推力球轴承	5	11	51100	0	00	8	1	8100
		12	51200	0	00		2	8200
		13	51300	0	00		3	8300
		14	51400	0	00		4	8400
双向推力球轴承	5	22	52200	0	03	8	2	38200
		23	52300	0	03		3	38300
		24	52400	0	03		4	83400
内圈无挡边圆柱滚子轴承	NU	10	NU1000	0	03	2	1	32100
		(0)2	NU200	0	03		2	32200
		22	NU2200	0	03		5	32500
		(0)3	NU300	0	03		3	32300
		23	NU2300	0	03		6	32600
		(0)4	NU400	0	03		4	32400
外圈无挡边圆柱滚子轴承	N	10	N1000	0	00	2	1	2100
		(0)2	N200	0	00		2	2200
		22	N2200	0	00		5	2500
		(0)3	N300	0	00		3	2300
		23	N2300	0	00		6	2600
		(0)4	N400	0	00		4	2400

注:表中括号“( )”中的数字在代号中省略。

二、常用滚动轴承

附表 10.2　深沟球轴承(GB/T 276—1994 摘录)



标记示例:
滚动轴承 6210 GB/T 276

F_a/C_{0r}	e	Y	径向当量动载荷	径向当量静载荷
0.014	0.19	2.30	当$\frac{F_a}{F_r} \leqslant e, P_r = F_r$ 当$\frac{F_a}{F_r} > e, P_r = 0.56F_r + YF_a$	$P_{0r} = F_r$ $P_{0r} = 0.6F_r + 0.5F_a$ 取上列两式计算结果的较大值
0.028	0.22	1.99		
0.056	0.26	1.71		
0.084	0.28	1.55		
0.11	0.30	1.45		
0.17	0.34	1.31		
0.28	0.38	1.15		
0.42	0.42	1.04		
0.56	0.44	1.00		

轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定动载荷 C_r	基本额定静载荷 C_{0r}	极限转速/(r/min)		原轴承代号
	d	D	B	r_{smin}	d_{amin}	D_{amax}	r_{asmax}	kN		脂润滑	油润滑	
(1)0 尺寸系列												
6000	10	26	8	0.3	12.4	23.6	0.3	4.58	1.98	20 000	28 000	100
6001	12	28	8	0.3	14.4	25.6	0.3	5.10	2.38	19 000	26 000	101
6002	15	32	9	0.3	17.4	29.6	0.3	5.58	2.85	18 000	24 000	102
6003	17	35	10	0.3	19.4	32.6	0.3	6.00	3.25	17 000	22 000	103
6004	20	42	12	0.6	25	37	0.6	9.38	5.02	15 000	19 000	104
6005	25	47	12	0.6	30	42	0.6	10.0	5.85	13 000	17 000	105

续表

轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定动载荷 C_r	基本额定静载荷 C_{0r}	极限转速/(r/min)		原轴承代号
	d	D	B	r_{smin}	d_{amin}	D_{amax}	r_{asmax}	kN		脂润滑	油润滑	
(1)0 尺寸系列												
6006	30	55	13	1	36	49	1	13.2	8.30	10 000	14 000	106
6007	35	62	14	1	41	56	1	16.2	10.5	9 000	12 000	107
6008	40	68	15	1	46	62	1	17.0	11.8	8 500	11 000	108
6009	45	75	16	1	51	69	1	21.0	14.8	8 000	10 000	109
6010	50	80	16	1	56	74	1	22.0	16.2	7 000	9 000	110
6011	55	90	18	1.1	62	83	1	30.2	21.8	6 300	8 000	111
6012	60	95	18	1.1	67	88	1	31.5	24.2	6 000	7 500	112
6013	65	100	18	1.1	72	93	1	32.0	24.8	5 600	7 000	113
6014	70	110	20	1.1	77	103	1	38.5	30.5	5 300	6 700	114
6015	75	115	20	1.1	82	108	1	40.2	33.2	5 000	6 300	115
6016	80	125	22	1.1	87	118	1	47.5	39.8	4 800	6 000	116
6017	85	130	22	1.1	92	123	1	50.8	42.8	4 500	5 600	117
6018	90	140	24	1.5	99	131	1.5	58.0	49.8	4 300	5 300	118
6019	95	145	24	1.5	104	136	1.5	57.8	50.0	4 000	5 000	119
6020	100	150	24	1.5	109	141	1.5	64.5	56.2	3 800	4 800	120
(0)2 尺寸系列												
6200	10	30	9	0.6	15	25	0.6	5.10	2.38	19 000	26 000	200
6201	12	32	10	0.6	17	27	0.6	6.82	3.05	18 000	24 000	201
6202	15	35	11	0.6	20	30	0.6	7.65	3.72	17 000	22 000	202
6203	17	40	12	0.6	22	35	0.6	9.58	4.78	16 000	20 000	203
6204	20	47	14	1	26	41	1	12.8	6.65	14 000	18 000	204
6205	25	52	15	1	31	46	1	14.0	7.88	12 000	16 000	205
6206	30	62	16	1	36	56	1	19.5	11.5	9 500	13 000	206
6207	35	72	17	1.1	42	65	1	25.5	15.2	8 500	11 000	207
6208	40	80	18	1.1	47	73	1	29.5	18.0	8 000	10 000	208
6209	45	85	19	1.1	52	78	1	31.5	20.5	7 000	9 000	209
6210	50	90	20	1.1	57	83	1	35.0	23.2	6 700	8 500	210
6211	55	100	21	1.5	64	91	1.5	43.2	29.2	6 000	7 500	211
6212	60	110	22	1.5	69	101	1.5	47.8	32.8	5 600	7 000	212
6213	65	120	23	1.5	74	111	1.5	57.2	40.0	5 000	6 300	213
6214	70	125	24	1.5	79	116	1.5	60.8	45.0	4 800	6 000	214
6215	75	130	25	1.5	84	121	1.5	66.0	49.5	4 500	5 600	215
6216	80	140	26	2	90	130	2	71.5	54.2	4 300	5 300	216
6217	85	150	28	2	95	140	2	83.2	63.8	4 000	5 000	217
6218	90	160	30	2	100	150	2	95.8	71.5	3 800	4 800	218
6219	95	170	32	2.1	107	158	2.1	110	82.8	3 600	4 500	219
6220	100	180	34	2.1	112	168	2.1	122	92.8	3 400	4 300	220

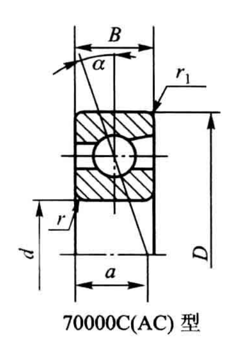
续表

轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm				基本额定动载荷 C_r	基本额定静载荷 C_{0r}	极限转速/(r/min)		原轴承代号
	d	D	B	r_{smin}	d_{amin}	D_{amax}	r_{asmax}	kN		脂润滑	油润滑	
(0)3尺寸系列												
6300	10	35	11	0.6	15	30	0.6	7.65	3.48	18 000	24 000	300
6301	12	37	12	1	18	31	1	9.72	5.08	17 000	22 000	301
6302	15	42	13	1	21	36	1	11.5	5.42	16 000	20 000	302
6303	17	47	14	1	23	41	1	13.5	6.58	15 000	19 000	303
6304	20	52	15	1.1	27	45	1	15.8	7.88	13 000	17 000	304
6305	25	62	17	1.1	32	55	1	22.2	11.5	10 000	14 000	305
6306	30	72	19	1.1	37	65	1	27.0	15.2	9 000	12 000	306
6307	35	80	21	1.5	44	71	1.5	33.2	19.2	8 000	10 000	307
6308	40	90	23	1.5	49	81	1.5	40.8	24.0	7 000	9 000	308
6309	45	100	25	1.5	54	91	1.5	52.8	31.8	6 300	8 000	309
6310	50	110	27	2	60	100	2	61.8	38.0	6 000	7 500	310
6311	55	120	29	2	65	110	2	71.5	44.8	5 300	6 700	311
6312	60	130	31	2.1	72	118	2.1	81.8	51.8	5 000	6 300	312
6313	65	140	33	2.1	77	128	2.1	93.8	60.5	4 500	5 600	313
6314	70	150	35	2.1	82	138	2.1	105	68.0	4 300	5 300	314
6315	75	160	37	2.1	87	148	2.1	112	76.8	4 000	5 000	315
6316	80	170	39	2.1	92	158	2.1	122	86.5	3 800	4 800	316
6317	85	180	41	3	99	166	2.5	132	96.5	3 600	4 500	317
6318	90	190	43	3	104	176	2.5	145	108	3 400	4 300	318
6319	95	200	45	3	109	186	2.5	155	122	3 200	4 000	319
6320	100	215	47	3	114	201	2.5	172	140	2 800	3 600	320
(0)4尺寸系列												
6403	17	62	17	1.1	24	55	1	22.5	10.8	11 000	15 000	403
6404	20	72	19	1.1	27	65	1	31.0	15.2	9 500	13 000	404
6405	25	80	21	1.5	34	71	1.5	38.2	19.2	8 500	11 000	405
6406	30	90	23	1.5	39	81	1.5	47.5	24.5	8 000	10 000	406
6407	35	100	25	1.5	44	91	1.5	56.8	29.5	6 700	8 500	407
6408	40	110	27	2	50	100	2	65.5	37.5	6 300	8 000	408
6409	45	120	29	2	55	110	2	77.5	45.5	5 600	7 000	409
6410	50	130	31	2.1	62	118	2.1	92.2	55.2	5 300	6 700	410
6411	55	140	33	2.1	67	128	2.1	100	62.5	4 800	6 000	411
6412	60	150	35	2.1	72	138	2.1	108	70.0	4 500	5 600	412
6413	65	160	37	2.1	77	148	2.1	118	78.5	4 300	5 300	413
6414	70	180	42	3	84	166	2.5	140	99.5	3 800	4 800	414
6415	75	190	45	3	89	176	2.5	155	115	3 600	4 500	415
6416	80	200	48	3	94	186	2.5	162	125	3 400	4 300	416
6417	85	210	52	4	103	192	3	175	138	3 200	4 000	417
6418	90	225	54	4	108	207	3	192	158	2 800	3 600	418
6420	100	250	58	4	118	232	3	222	195	2 400	3 200	420

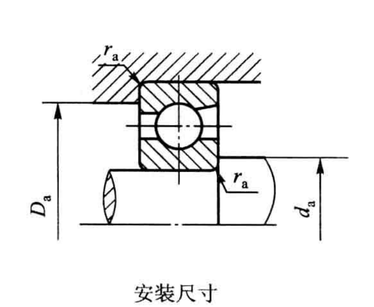
注:1. 表中 C_r 值适用于真空脱气轴承钢材料的轴承。如轴承材料为普通电炉钢,C_r 值降低;如为真空重熔或电渣重熔轴承钢,C_r 值提高;

2. r_{smin} 为 r 的单向最小倒角尺寸;r_{asmax} 为 r_a 的单向最大倒角尺寸。

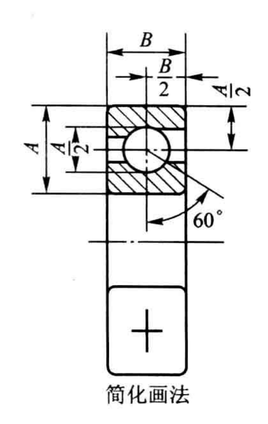
附表 10.3 角接触球轴承（GB/T 292—2007 摘录）



70000C(AC) 型



安装尺寸



简化画法

标记示例：

滚动轴承 7210C，GB/T 292

iF_a/C_{0r}	e	Y	70000C 型	70000AC 型
0.015	0.38	1.47	径向当量动载荷 当 $F_a/F_r \leq e$　$P_r=F_r$ 当 $F_a/F_r > e$　$P_r=0.44F_r+YF_a$	径向当量动载荷 当 $F_a/F_r \leq 0.68$　$P_r=F_r$ 当 $F_a/F_r > 0.68$　$P_r=0.41F_r+0.87F_a$
0.029	0.40	1.40		
0.058	0.43	1.30		
0.087	0.46	1.23		
0.12	0.47	1.19	径向当量静载荷 $P_{0r}=0.5F_r+0.46F_a$ 当 $P_{0r}<F_r$，取 $P_{0r}=F_r$	径向当量静载荷 $P_{0r}=0.5F_r+0.38F_a$ 当 $P_{0r}<F_r$，取 $P_{0r}=F_r$
0.17	0.50	1.12		
0.29	0.55	1.02		
0.44	0.56	1.00		
0.58	0.56	1.00		

轴承代号		基本尺寸/mm					安装尺寸/mm			70000C（$\alpha=15°$）			70000AC（$\alpha=25°$）			极限转速 /(r/min)		原轴承代号	
		d	D	B	r_s min	r_{1s} min	$d_{a\min}$	D_a max	r_{as} max	a/mm	基本额定动载荷 C_r /kN	基本额定静载荷 C_{0r} /kN	a/mm	基本额定动载荷 C_r /kN	基本额定静载荷 C_{0r} /kN	脂润滑	油润滑		
(1)0 尺寸系列																			
7000C	7000AC	10	26	8	0.3	0.15	12.4	23.6	0.3	6.4	4.92	2.25	8.2	4.75	2.12	19 000	28 000	36100	46100
7001C	7001AC	12	28	8	0.3	0.15	14.4	25.6	0.3	6.7	5.42	2.65	8.7	5.20	2.55	18 000	26 000	36101	46101
7002C	7002AC	15	32	9	0.3	0.15	17.4	29.6	0.3	7.6	6.25	3.42	10	5.95	3.25	17 000	24 000	36102	46102
7003C	7003AC	17	35	10	0.3	0.15	19.4	32.6	0.3	8.5	6.60	3.85	11.1	6.30	3.68	16 000	22 000	36103	46103
7004C	7004AC	20	42	12	0.6	0.15	25	37	0.6	10.2	10.5	6.08	13.2	10.0	5.78	14 000	19 000	36104	46104

轴承代号		基本尺寸/mm					安装尺寸/mm			70000C (α=15°)			70000AC (α=25°)			极限转速/(r/min)		原轴承代号	
		d	D	B	r_s min	r_{1s} min	d_{amin}	D_a max	r_{as} max	a/mm	基本额定动载荷 C_r kN	基本额定静载荷 C_{0r} kN	a/mm	基本额定动载荷 C_r kN	基本额定静载荷 C_{0r} kN	脂润滑	油润滑		
(1)0 尺寸系列																			
7005C	7005AC	25	47	12	0.6	0.15	30	42	0.6	10.8	11.5	7.45	14.4	11.2	7.08	12 000	17 000	36105	46105
7006C	7006AC	30	55	13	1	0.3	36	49	1	12.2	15.2	10.2	16.4	14.5	9.85	9 500	14 000	36106	46106
7007C	7007AC	35	62	14	1	0.3	41	56	1	13.5	19.5	14.2	18.3	18.5	13.5	8 500	12 000	36107	46107
7008C	7008AC	40	68	15	1	0.3	46	62	1	14.7	20.0	15.2	20.1	19.0	14.5	8 000	11 000	36108	46108
7009C	7009AC	45	75	16	1	0.3	51	69	1	16	25.8	20.5	21.9	25.8	19.5	7 500	10 000	36109	46109
7010C	7010AC	50	80	16	1	0.3	56	74	1	16.7	26.5	22.0	23.2	25.2	21.0	6 700	9 000	36110	46110
7011C	7011AC	55	90	18	1.1	0.6	62	83	1	18.7	37.2	30.5	25.9	35.2	29.2	6 000	8 000	36111	46111
7012C	7012AC	60	95	18	1.1	0.6	67	88	1	19.4	38.2	32.8	27.1	36.2	31.5	5 600	7 500	36112	46112
7013C	7013AC	65	100	18	1.1	0.6	72	93	1	20.1	40.0	35.5	28.2	38.0	33.8	5 300	7 000	36113	46113
7014C	7014AC	70	110	20	1.1	0.6	77	103	1	22.1	48.2	43.5	30.9	45.8	41.5	5 000	6 700	36114	46114
7015C	7015AC	75	115	20	1.1	0.6	82	108	1	22.7	49.5	46.5	32.2	46.8	44.2	4 800	6 300	36115	46115
7016C	7016AC	80	125	22	1.5	0.6	89	116	1.5	24.7	58.5	55.8	34.9	55.5	53.2	4 500	6 000	36116	46116
7017C	7017AC	85	130	22	1.5	0.6	94	121	1.5	25.4	62.5	60.2	36.1	59.2	57.2	4 300	5 600	36117	46117
7018C	7018AC	90	140	24	1.5	0.6	99	131	1.5	27.4	71.5	69.8	38.8	67.5	66.5	4 000	5 300	36118	46118
7019C	7019AC	95	145	24	1.5	0.6	104	136	1.5	28.1	73.5	73.2	40	69.5	69.8	3 800	5 000	36119	46119
7020C	7020AC	100	150	24	1.5	0.6	109	141	1.5	28.7	79.2	78.5	41.2	75	74.8	3 800	5 000	36120	46120
(0)2 尺寸系列																			
7200C	7200AC	10	30	9	0.6	0.15	15	25	0.6	7.2	5.82	2.95	9.2	5.58	2.82	18 000	26 000	36200	46200
7201C	7201AC	12	32	10	0.6	0.15	17	27	0.6	8	7.35	3.52	10.2	7.10	3.35	17 000	24 000	36201	46201
7202C	7202AC	15	35	11	0.6	0.15	20	30	0.6	8.9	8.68	4.62	11.4	8.35	4.40	16 000	22 000	36202	46202
7203C	7203AC	17	40	12	0.6	0.3	22	35	0.6	9.9	10.8	5.95	12.8	10.5	5.65	15 000	20 000	36203	46203
7204C	7204AC	20	47	14	1	0.3	26	41	1	11.5	14.5	8.22	14.9	14.0	7.82	13 000	18 000	36204	46204

轴承代号		基本尺寸/mm d	基本尺寸/mm D	基本尺寸/mm B	r_s min	r_{1s} min	安装尺寸/mm d_{amin}	D_a max	r_{as} max	70000C ($\alpha=15°$) a/mm	基本额定动载荷 C_r /kN	基本额定静载荷 C_{0r} /kN	70000AC ($\alpha=25°$) a/mm	基本额定动载荷 C_r /kN	基本额定静载荷 C_{0r} /kN	极限转速/(r/min) 脂润滑	极限转速/(r/min) 油润滑	原轴承代号	
(0)2 尺寸系列																			
7205C	7205AC	25	52	15	1	0.3	31	46	1	12.7	16.5	10.5	16.4	15.8	9.88	11 000	16 000	36205	46205
7206C	7206AC	30	62	16	1	0.3	36	56	1	14.2	23.0	15.0	18.7	22.0	14.2	9 000	13 000	36206	46206
7207C	7207AC	35	72	17	1.1	0.6	42	65	1	15.7	30.5	20.0	21	29.0	19.2	8 000	11 000	36207	46207
7208C	7208AC	40	80	18	1.1	0.6	47	73	1	17	36.8	25.8	23	35.2	24.5	7 500	10 000	36208	46208
7209C	7209AC	45	85	19	1.1	0.6	52	78	1	18.2	38.5	28.5	24.7	36.8	27.2	6 700	9 000	36209	46209
7210C	7210AC	50	90	20	1.1	0.6	57	83	1	19.4	42.8	32.0	26.3	40.8	30.5	6 300	8 500	36210	46210
7211C	7211AC	55	100	21	1.5	0.6	64	91	1.5	20.9	52.8	40.5	28.6	50.5	38.5	5 600	7 500	36211	46211
7212C	7212AC	60	110	22	1.5	0.6	69	101	1.5	22.4	61.0	48.5	30.8	58.2	46.2	5 300	7 000	36212	46212
7213C	7213AC	65	120	23	1.5	0.6	74	111	1.5	24.2	69.8	55.2	33.5	66.5	52.5	4 800	6 300	36213	46213
7214C	7214AC	70	125	24	1.5	0.6	79	116	1.5	25.3	70.2	60.0	35.1	69.2	57.5	4 500	6 000	36214	46214
7215C	7215AC	75	130	25	1.5	0.6	84	121	1.5	26.4	79.2	65.8	36.6	75.2	63.0	4 300	5 600	36215	46215
7216C	7216AC	80	140	26	2	1	90	130	2	27.7	89.5	78.2	38.9	85.0	74.5	4 000	5 300	36216	46216
7217C	7217AC	85	150	28	2	1	95	140	2	29.9	99.8	85.0	41.6	94.8	81.5	3 800	5 000	36217	46217
7218C	7218AC	90	160	30	2	1	100	150	2	31.7	122	105	44.2	118	100	3 600	4 800	36218	46218
7219C	7219AC	95	170	32	2.1	1.1	107	158	2.1	33.8	135	115	46.9	128	108	3 400	4 500	36219	46219
7220C	7220AC	100	180	34	2.1	1.1	112	168	2.1	35.8	148	128	49.7	142	122	3 200	4 300	36220	46220
(0)3 尺寸系列																			
7301C	7301AC	12	37	12	1	0.3	18	31	1	8.6	8.10	5.22	12	8.08	4.88	16 000	22 000	36301	46301
7302C	7302AC	15	42	13	1	0.3	21	36	1	9.6	9.38	5.95	13.5	9.08	5.58	15 000	20 000	36302	46302
7303C	7303AC	17	47	14	1	0.3	23	41	1	10.4	12.8	8.62	14.8	11.5	7.08	14 000	19 000	36303	46303
7304C	7304AC	20	52	15	1.1	0.6	27	45	1	11.3	14.2	9.68	16.8	13.8	9.10	12 000	17 000	36304	46304

轴承代号		基本尺寸/mm d	基本尺寸/mm D	基本尺寸/mm B	r_s min	r_{1s} min	安装尺寸/mm d_{amin}	D_a max	r_{as} max	70000C ($\alpha=15°$) a/mm	基本额定动载荷 C_r kN	基本额定静载荷 C_{0r} kN	70000AC ($\alpha=25°$) a/mm	基本额定动载荷 C_r kN	基本额定静载荷 C_{0r} kN	极限转速/(r/min) 脂润滑	极限转速/(r/min) 油润滑	原轴承代号	
(0)3 尺寸系列																			
7305C	7305AC	25	62	17	1.1	0.6	32	55	1	13.1	21.5	15.8	19.1	20.8	14.8	9 500	14 000	36305	46305
7306C	7306AC	30	72	19	1.1	0.6	37	65	1	15	26.5	19.8	22.2	25.2	18.5	8 500	12 000	36306	46306
7307C	7307AC	35	80	21	1.5	0.6	44	71	1.5	16.6	34.2	26.8	24.5	32.8	24.8	7 500	10 000	36307	46307
7308C	7308AC	40	90	23	1.5	0.6	49	81	1.5	18.5	40.2	32.3	27.5	38.5	30.5	6 700	9 000	36308	46308
7309C	7309AC	45	100	25	1.5	0.6	54	91	1.5	20.2	49.2	39.8	30.2	47.5	37.2	8 000	8 000	36309	46309
7310C	7310AC	50	110	27	2	1	60	100	2	22	53.5	47.2	33	55.5	44.5	5 600	7 500	36310	46310
7311C	7311AC	55	120	29	2	1	65	110	2	23.8	70.5	60.5	35.8	67.2	56.8	5 000	6 700	36311	46311
7312C	7312AC	60	130	31	2.1	1.1	72	118	2.1	25.6	80.5	70.2	38.7	77.8	65.8	4 800	6 300	36312	46312
7313C	7313AC	65	140	33	2.1	1.1	77	128	2.1	27.4	91.5	80.5	41.5	89.8	75.5	4 300	5 600	36313	46313
7314C	7314AC	70	150	35	2.1	1.1	82	138	2.1	29.2	102	91.5	44.3	98.5	86.0	4 000	5 300	36314	46314
7315C	7315AC	75	160	37	2.1	1.1	87	148	2.1	31	112	105	47.2	108	97.0	3 800	5 000	36315	46315
7316C	7316AC	80	170	39	2.1	1.1	92	158	2.1	32.8	122	118	50	118	108	3 600	4 800	36316	46316
7317C	7317AC	85	180	41	3	1.1	99	166	2.5	34.6	132	128	52.8	125	122	3 400	4 500	36317	46317
7318C	7318AC	90	190	43	3	1.1	104	176	2.5	36.4	142	142	55.6	135	135	3 200	4 300	36318	46318
7319C	7319AC	95	200	45	3	1.1	109	186	2.5	38.2	152	158	58.5	145	148	3 000	4 000	36319	46319
7320C	7320AC	100	215	47	3	1.1	114	201	2.5	40.2	162	175	61.9	165	178	2 600	3 600	36320	46320
(0)4 尺寸系列																			
	7406AC	30	90	23	1.5	0.6	39	81	1				26.1	42.5	32.2	7 500	10 000		46406
	7407AC	35	100	25	1.5	0.6	44	91	1.5				29	53.8	42.5	6 300	8 500		46407
	7408AC	40	110	27	2	1	50	100	2				31.8	62.0	49.5	6 000	8 000		46408
	7409AC	45	120	29	2	1	55	110	2				34.6	66.8	52.8	5 300	7 000		46409
	7410AC	50	130	31	2.1	1.1	62	118	2.1				37.4	76.5	64.2	5 000	6 700		46410
	7412AC	60	150	35	2.1	1.1	72	138	2.1				43.1	102	90.8	4 300	5 600		46412
	7414AC	70	180	42	3	1.1	84	166	2.5				51.5	125	125	3 600	4 800		46414
	7416AC	80	200	48	3	1.1	94	186	2.5				58.1	152	162	3 200	4 300		46416

注:表中 C_r 值,对(1)0、(0)2 系列为真空脱气轴承钢的承荷能力,对(0)3、(0)4 系列为电炉轴承钢的承荷能力。

附表 10.4　圆锥滚子轴承(GB/T 297—1994 摘录)

30 000 型

安装尺寸

简化画法

径向当量动载荷	当 $\frac{F_a}{F_r} \leq e$	$P_r = F_r$
	当 $\frac{F_a}{F_r} > e$	$P_r = 0.4F_r + YF_a$
径向当量静载荷	$P_{0r} = F_r$	
	$P_{0r} = 0.5F_r + Y_0F_a$	
	取上列两式计算结果的较大值	

标记示例:滚动轴承　30310　GB/T 297

轴承代号	尺寸/mm								安装尺寸/mm									计算系数			基本额定		极限转速/(r/min)		原轴承代号
	d	D	T	B	C	r_{smin}	r_{1smin}	$a\approx$	d_{amin}	d_{bmax}	D_{amin}	D_{amax}	D_{bmin}	a_{1min}	a_{2min}	r_{samax}	r_{bsmax}	e	Y	Y_0	动载荷 C_r (kN)	静载荷 C_{0r} (kN)	脂润滑	油润滑	
02 尺寸系列																									
30203	17	40	13.25	12	11	1	1	9.9	23	23	34	34	37	2	2.5	1	1	0.35	1.7	1	20.8	21.8	9 000	12 000	7203E
30204	20	47	15.25	14	12	1	1	11.2	26	27	40	41	43	2	3.5	1	1	0.35	1.7	1	28.2	30.5	8 000	10 000	7204E
30205	25	52	16.25	15	13	1	1	12.5	31	31	44	46	48	2	3.5	1	1	0.37	1.6	0.9	32.2	37.0	7 000	9 000	7205E
30206	30	62	17.25	16	14	1	1	13.8	36	37	53	56	58	2	3.5	1	1	0.37	1.6	0.9	43.2	50.5	6 000	7 500	7206E
30207	35	72	18.25	17	15	1.5	1.5	15.3	42	44	62	65	67	3	3.5	1.5	1.5	0.37	1.6	0.9	54.2	63.5	5 300	6 700	7207E
30208	40	80	19.75	18	16	1.5	1.5	16.9	47	49	69	73	75	3	4	1.5	1.5	0.37	1.6	0.9	63.0	74.0	5 000	6 300	7208E
30209	45	85	20.75	19	16	1.5	1.5	18.6	52	53	74	78	80	3	5	1.5	1.5	0.4	1.5	0.8	67.8	83.5	4 500	5 600	7209E
30210	50	90	21.75	20	17	1.5	1.5	20	57	58	79	83	86	3	5	1.5	1.5	0.42	1.4	0.8	73.2	92.0	4 300	5 300	7210E
30211	55	100	22.75	21	18	2	1.5	21	64	64	88	91	95	4	5	2	1.5	0.4	1.5	0.8	90.8	115	3 800	4 800	7211E
30212	60	110	23.75	22	19	2	1.5	22.3	69	69	96	101	103	4	5	2	1.5	0.4	1.5	0.8	102	130	3 600	4 500	7212E
30213	65	120	24.75	23	20	2	1.5	23.8	74	77	106	111	114	4	5	2	1.5	0.4	1.5	0.8	120	152	3 200	4 000	7213E
30214	70	125	26.25	24	21	2	1.5	25.8	79	81	110	116	119	4	5.5	2	1.5	0.42	1.4	0.8	132	175	3 000	3 800	7214E

续表

轴承代号	尺寸/mm								安装尺寸/mm										计算系数			基本额定		极限转速/(r/min)		原轴承代号
	d	D	T	B	C	r_{smin}	r_{1smin}	$a\approx$	d_{amin}	d_{bmax}	D_{amin}	D_{amax}	D_{bmin}	a_{1min}	a_{2min}	r_{samax}	r_{bsmax}	e	Y	Y_0	动载荷 C_r	静载荷 C_{0r}	脂润滑	油润滑	
																					kN				
02 尺寸系列																									
30215	75	130	27.25	25	22	2	1.5	27.4	84	85	115	121	125	4	5.5	2	1.5	0.44	1.4	0.8	138	185	2 800	3 600	7215E
30216	80	140	28.25	26	22	2.5	2	28.1	90	90	124	130	133	4	6	2.1	2	0.42	1.4	0.8	160	212	2 600	3 400	7216E
30217	85	150	30.5	28	24	2.5	2	30.3	95	96	132	140	142	5	6.5	2.1	2	0.42	1.4	0.8	178	238	2 400	3 200	7217E
30218	90	160	32.5	30	26	2.5	2	32.3	100	102	140	150	151	5	6.5	2.1	2	0.42	1.4	0.8	200	270	2 200	3 000	7218E
30219	95	170	34.5	32	27	3	2.5	34.2	107	108	149	158	160	5	7.5	2.5	2.1	0.42	1.4	0.8	228	308	2 000	2 800	7219E
30220	100	180	37	34	29	3	2.5	36.4	112	114	157	168	169	5	8	2.5	2.1	0.42	1.4	0.8	255	350	1 900	2 600	7220E
03 尺寸系列																									
30302	15	42	14.25	13	11	1	1	9.6	21	22	36	36	38	2	3.5	1	1	0.29	2.1	1.2	22.8	21.5	9 000	12 000	7302E
30303	17	47	15.25	14	12	1	1	10.4	23	25	40	41	43	3	3.5	1	1	0.29	2.1	1.2	28.2	27.2	8 500	11 000	7303E
30304	20	52	16.25	15	13	1.5	1.5	11.1	27	28	44	45	48	3	3.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	33.0	33.2	7 500	9 000	7304E
30305	25	62	18.25	17	15	1.5	1.5	13	32	34	54	55	58	3	3.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	46.8	48.0	6 300	8 000	7305E
30306	30	72	20.75	19	16	1.5	1.5	15.3	37	40	62	65	66	3	5	1.5	1.5	0.31	1.9	1.1	59.0	63.0	5 600	7 000	7306E
30307	35	80	22.75	21	18	2	1.5	16.8	44	45	70	71	74	3	5	2	1.5	0.31	1.9	1.1	75.2	82.5	5 000	6 300	7307E
30308	40	90	25.25	23	20	2	1.5	19.5	49	52	77	81	84	3	5.5	2	1.5	0.35	1.7	1	90.8	108	4 500	5 600	7308E
30309	45	100	27.25	25	22	2	1.5	21.3	54	59	86	91	94	3	5.5	2	1.5	0.35	1.7	1	108	130	4 000	5 000	7309E
30310	50	110	29.25	27	23	2.5	2	23	60	65	95	100	103	4	6.5	2	2	0.35	1.7	1	130	158	3 800	4 800	7310E
30311	55	120	31.5	29	25	2.5	2	24.9	65	70	104	110	112	4	6.5	2.5	2	0.35	1.7	1	152	188	3 400	4 300	7311E
30312	60	130	33.5	31	26	3	2.5	26.6	72	76	112	118	121	5	7.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	170	210	3 200	4 000	7312E
30313	65	140	36	33	28	3	2.5	28.7	77	83	122	128	131	5	8	2.5	2.1	0.35	1.7	1	195	242	2 800	3 600	7313E
30314	70	150	38	35	30	3	2.5	30.7	82	89	130	138	141	5	8	2.5	2.1	0.35	1.7	1	218	272	2 600	3 400	7314E
30315	75	160	40	37	31	3	2.5	32	87	95	139	148	150	5	9	2.5	2.1	0.35	1.7	1	252	318	2 400	3 200	7315E
30316	80	170	42.5	39	33	3	2.5	34.4	92	102	148	158	160	5	9.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	278	352	2 200	3 000	7316E

续表

轴承代号	尺寸/mm								安装尺寸/mm										计算系数			基本额定		极限转速/(r/min)		原轴承代号
	d	D	T	B	C	r_{smin}	r_{1smin}	$a\approx$	d_{amin}	d_{bmax}	D_{amin}	D_{amax}	D_{bmin}	a_{1min}	a_{2min}	r_{samax}	r_{bsmax}		e	Y	Y_0	动载荷 C_r	静载荷 C_{0r}	脂润滑	油润滑	
																						kN				
03 尺寸系列																										
30317	85	180	44.5	41	34	4	3	35.9	99	107	156	166	168	6	10.5	3	2.5		0.35	1.7	1	305	388	2 000	2 800	7317E
30318	90	190	46.5	43	36	4	3	37.5	104	113	165	176	178	6	10.5	3	2.5		0.35	1.7	1	342	440	1 900	2 600	7318E
30319	95	200	49.5	45	38	4	3	40.1	109	118	172	186	185	6	11.5	3	2.5		0.35	1.7	1	370	478	1 800	2 400	7319E
30320	100	215	51.5	47	39	4	3	42.2	114	127	184	201	199	6	12.5	3	2.5		0.35	1.7	1	405	525	1 600	2 000	7320E
22 尺寸系列																										
32206	30	62	21.25	20	17	1	1	15.6	36	36	52	56	58	3	4.5	1	1		0.37	1.6	0.9	51.8	63.8	6 000	7 500	7506E
32207	35	72	24.25	23	19	1.5	1.5	17.9	42	42	61	65	68	3	5.5	1.5	1.5		0.37	1.6	0.9	70.5	89.5	5 300	6 700	7507E
32208	40	80	24.75	23	19	1.5	1.5	18.9	47	48	68	73	75	3	6	1.5	1.5		0.37	1.6	0.9	77.8	97.2	5 000	6 300	7508E
32209	45	85	24.75	23	19	1.5	1.5	20.1	52	53	73	78	81	3	6	1.5	1.5		0.4	1.5	0.8	80.8	105	4 500	5 600	7509E
32210	50	90	24.75	23	19	1.5	1.5	21	57	57	78	83	86	3	6	1.5	1.5		0.42	1.4	0.8	82.8	108	4 300	5 300	7510E
32211	55	100	26.75	25	21	2	1.5	22.8	64	62	87	91	96	4	6	2	1.5		0.4	1.5	0.8	108	142	3 800	4 800	7511E
32212	60	110	29.75	28	24	2	1.5	25	69	68	95	101	105	4	6	2	1.5		0.4	1.5	0.8	132	180	3 600	4 500	7512E
32213	65	120	32.75	31	27	2	1.5	27.3	74	75	104	111	115	4	6	2	1.5		0.4	1.5	0.8	160	222	3 200	4 000	7513E
32214	70	125	33.25	31	27	2	1.5	28.8	79	79	108	116	120	4	6.5	2	1.5		0.42	1.4	0.8	168	238	3 000	3 800	7514E
32215	75	130	33.25	31	27	2	1.5	30	84	84	115	121	126	4	6.5	2	1.5		0.44	1.4	0.8	170	242	2 800	3 600	7515E
32216	80	140	35.25	33	28	2.5	2	31.4	90	89	122	130	135	5	7.5	2.1	2		0.42	1.4	0.8	198	278	2 600	3 400	7516E
32217	85	150	38.5	36	30	2.5	2	33.9	95	95	130	140	143	5	8.5	2.1	2		0.42	1.4	0.8	325	325	2 400	3 200	7517E
32218	90	160	42.5	40	34	2.5	2	36.8	100	101	138	150	153	5	8.5	2.1	2		0.42	1.4	0.8	270	395	2 200	3 000	7518E
32219	95	170	45.5	43	37	3	2.5	39.2	107	106	145	158	163	5	8.5	2.5	2.1		0.42	1.4	0.8	302	448	2 000	2 800	7519E
32220	100	180	49	46	39	3	2.5	41.9	112	113	154	168	172	5	10	2.5	2.1		0.42	1.4	0.8	340	512	1 900	2 600	7520E

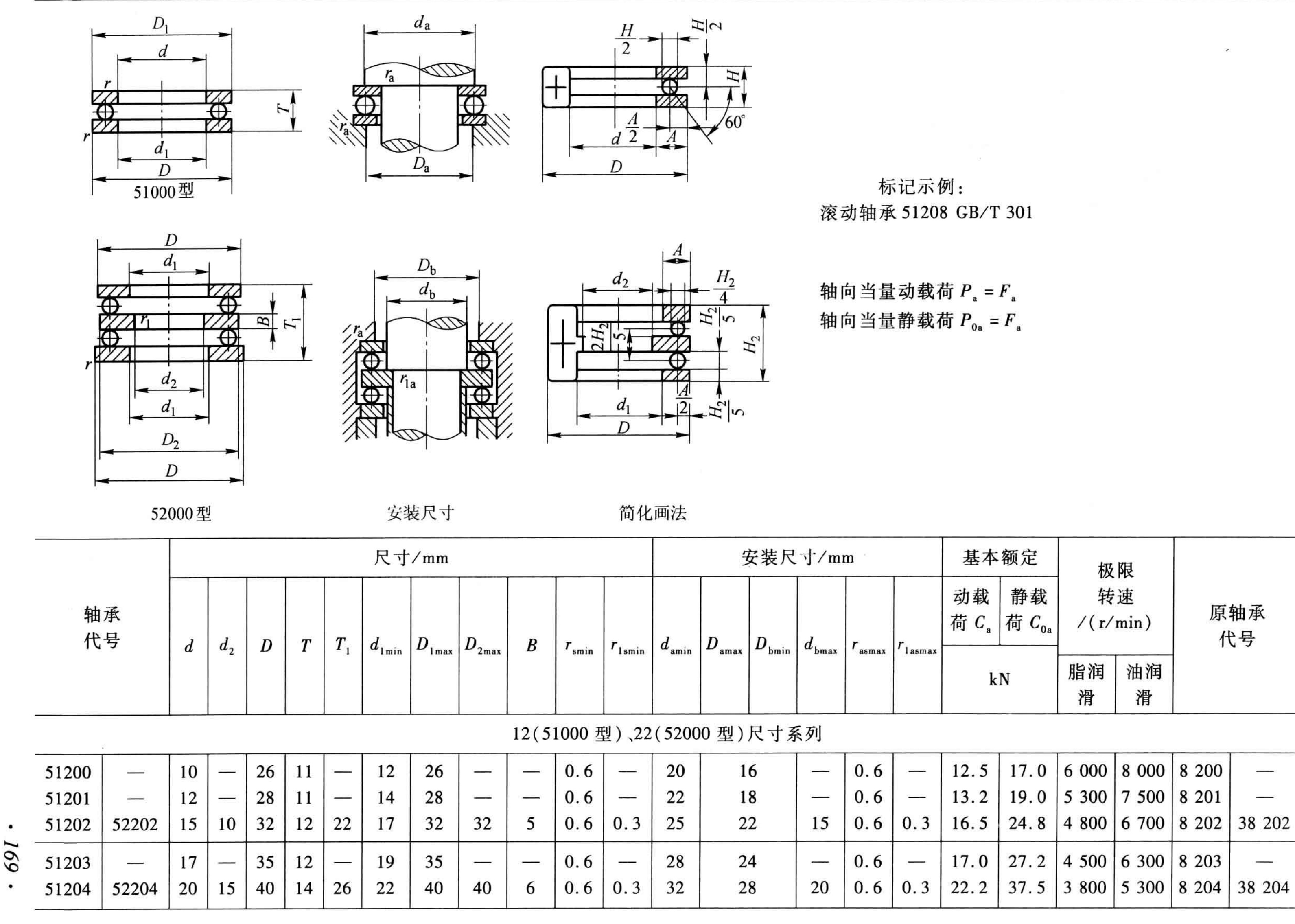
续表

轴承代号	尺寸/mm								安装尺寸/mm									计算系数			基本额定		极限转速/(r/min)		原轴承代号
	d	D	T	B	C	r_{smin}	r_{1smin}	$a\approx$	d_{amin}	d_{bmax}	D_{amin}	D_{amax}	D_{bmin}	a_{1min}	a_{2min}	r_{samax}	r_{bsmax}	e	Y	Y_0	动载荷 C_r	静载荷 C_{0r}	脂润滑	油润滑	
																					kN				
23 尺寸系列																									
32303	17	47	20.25	19	16	1	1	12.3	23	24	39	41	43	3	4.5	1	1	0.29	2.1	1.2	35.2	36.2	8 500	11 000	7603E
32304	20	52	22.25	21	18	1.5	1.5	13.6	27	26	43	45	48	3	4.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	42.8	46.2	7 500	9 500	7604E
32305	25	62	25.25	24	20	1.5	1.5	15.9	32	32	52	55	58	3	5.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	61.5	68.8	6 300	8 000	7605E
32306	30	72	28.75	27	23	1.5	1.5	18.9	37	38	59	65	66	4	6	1.5	1.5	0.31	1.9	1.1	81.5	96.5	5 600	7 000	7606E
32307	35	80	32.75	31	25	2	1.5	20.4	44	43	66	71	74	4	8.5	2	1.5	0.31	1.9	1.1	99.0	118	5 000	6 300	7607E
32308	40	90	35.25	33	27	2	1.5	23.3	49	49	73	81	83	4	8.5	2	1.5	0.35	1.7	1	115	148	4 500	5 600	7608E
32309	45	100	38.25	36	30	2	1.5	25.6	54	56	82	91	93	4	8.5	2	1.5	0.35	1.7	1	145	188	4 000	5 000	7609E
32310	50	110	42.25	40	33	2.5	2	28.2	60	61	90	100	102	5	9.5	2	2	0.35	1.7	1	178	235	3 800	4 800	7610E
32311	55	120	45.5	43	35	2.5	2	30.4	65	66	99	110	111	5	10	2.5	2	0.35	1.7	1	202	270	3 400	4 300	7611E
32312	60	130	48.5	46	37	3	2.5	32	72	72	107	118	122	6	11.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	228	302	3 200	4 000	7612E
32313	65	140	51	48	39	3	2.5	34.3	77	79	117	128	131	6	12	2.5	2.1	0.35	1.7	1	260	350	2 800	3 600	7613E
32314	70	150	54	51	42	3	2.5	36.5	82	84	125	138	141	6	12	2.5	2.1	0.35	1.7	1	298	408	2 600	3 400	7614E
32315	75	160	58	55	45	3	2.5	39.4	87	91	133	148	150	7	13	2.5	2.1	0.35	1.7	1	348	482	2 400	3 200	7615E
32316	80	170	61.5	58	48	3	2.5	42.1	92	97	142	158	160	7	13.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	388	542	2 200	3 000	7616E
32317	85	180	63.5	60	49	4	3	43.5	99	102	150	166	168	8	14.5	3	2.5	0.35	1.7	1	422	592	2 000	2 800	7617E
32318	90	190	67.5	64	53	4	3	46.2	104	107	157	176	178	8	14.5	3	2.5	0.35	1.7	1	478	682	1 900	2 600	7618E
32319	95	200	71.5	67	55	4	3	49	109	114	166	186	187	8	16.5	3	2.5	0.35	1.7	1	515	738	1 800	2 400	7619E
32320	100	215	77.5	73	60	4	3	52.9	114	122	177	201	201	8	17.5	3	2.5	0.35	1.7	1	600	872	1 600	2 000	7620E

注:1. 同附表 10.2 中注 1;

2. r_{smin}、r_{1smin}分别为 r、r_1 的单向最小倒角尺寸;r_{asmax}、r_{bsmax}分别为 r_a、r_b 的单向最大倒角尺寸。

附表 10.5 推力球轴承(GB/T 301—1995 摘录)



标记示例:
滚动轴承 51208 GB/T 301

轴向当量动载荷 $P_a = F_a$
轴向当量静载荷 $P_{0a} = F_a$

轴承代号		尺寸/mm											安装尺寸/mm						基本额定		极限转速/(r/min)		原轴承代号	
		d	d_2	D	T	T_1	$d_{1\min}$	$D_{1\max}$	$D_{2\max}$	B	$r_{s\min}$	$r_{1s\min}$	$d_{a\min}$	$D_{a\max}$	$D_{b\min}$	$d_{b\max}$	$r_{as\max}$	$r_{1as\max}$	动载荷 C_a	静载荷 C_{0a}	脂润滑	油润滑		
																			kN					
12(51000 型)、22(52000 型)尺寸系列																								
51200	—	10	—	26	11	—	12	26	—	—	0.6	—	20	16		—	0.6	—	12.5	17.0	6 000	8 000	8 200	—
51201	—	12	—	28	11	—	14	28	—	—	0.6	—	22	18		—	0.6	—	13.2	19.0	5 300	7 500	8 201	—
51202	52202	15	10	32	12	22	17	32	32	5	0.6	0.3	25	22		15	0.6	0.3	16.5	24.8	4 800	6 700	8 202	38 202
51203	—	17	—	35	12	—	19	35	—	—	0.6	—	28	24		—	0.6	—	17.0	27.2	4 500	6 300	8 203	—
51204	52204	20	15	40	14	26	22	40	40	6	0.6	0.3	32	28		20	0.6	0.3	22.2	37.5	3 800	5 300	8 204	38 204

续表

轴承代号		尺寸/mm											安装尺寸/mm						基本额定		极限转速/(r/min)		原轴承代号	
		d	d_2	D	T	T_1	$d_{1\min}$	$D_{1\max}$	$D_{2\max}$	B	$r_{s\min}$	$r_{1s\min}$	$d_{a\min}$	$D_{a\max}$	$D_{b\min}$	$d_{b\max}$	$r_{as\max}$	$r_{1as\max}$	动载荷 C_a	静载荷 C_{0a}	脂润滑	油润滑		
																			kN					
12(51000 型)、22(52000 型)尺寸系列																								
51205	52205	25	20	47	15	28	27	47	47	7	0.6	0.3	38	34		25	0.6	0.3	27.8	50.5	3 400	4 800	8 205	38 205
51206	52206	30	25	52	16	29	32	52	52	7	0.6	0.3	43	39		30	0.6	0.3	28.0	54.2	3 200	4 500	8 206	38 206
51207	52207	35	30	62	18	34	37	62	62	8	1	0.3	51	46		35	1	0.3	39.2	78.2	2 800	4 000	8 207	38 207
51208	52208	40	30	68	19	36	42	68	68	9	1	0.6	57	51		40	1	0.6	47.0	98.2	2 400	3 600	8 208	37 208
51209	52209	45	35	73	20	37	47	73	73	9	1	0.6	62	56		45	1	0.6	47.8	105	2 200	3 400	8 209	38 209
51210	52210	50	40	78	22	39	52	78	78	9	1	0.6	67	61		50	1	0.6	48.5	112	2 000	3 200	8 210	38 210
51211	52211	55	45	90	25	45	57	90	90	10	1	0.6	76	69		55	1	0.6	67.5	158	1 900	3 000	8 211	38 211
51212	52212	60	50	95	26	46	62	95	95	10	1	0.6	81	74		60	1	0.6	73.5	178	1 800	2 800	8 212	38 212
51213	52213	65	55	100	27	47	67	100		10	1	0.6	86	79	79	65	1	0.6	74.8	188	1 700	2 600	8 213	38 213
51214	52214	70	55	105	27	47	72	105		10	1	1	91	84	84	70	1	1	73.5	188	1 600	2 400	8 214	38 214
51215	52215	75	60	110	27	47	77	110		10	1	1	96	89	89	75	1	1	74.8	198	1 500	2 200	8 215	38 215
51216	52216	80	65	115	28	48	82	115		10	1	1	101	94	94	80	1	1	83.8	222	1 400	2 000	8 216	38 216
51217	52217	85	70	125	31	55	88	125		12	1	1	109	101	109	85	1	1	102	280	1 300	1 900	8 217	38 217
51218	52218	90	75	135	35	62	93	135		14	1.1	1	117	108	108	90	1	1	115	315	1 200	1 800	8 218	38 218
51220	52220	100	85	150	38	67	103	150		15	1.1	1	130	120	120	100	1	1	132	375	1 100	1 700	8 220	38 220
13(51000 型)、23(52000 型)尺寸系列																								
51304	—	20	—	47	18	—	22	47		—	1	—	36	31	—	—	1	—	35.0	55.8	3 600	4 500	8 304	—
51305	52305	25	20	52	18	34	27	52		8	1	0.3	41	36	36	25	1	0.3	35.5	61.5	3 000	4 300	8 305	38 305
51306	52306	30	25	60	21	38	32	60		9	1	0.3	48	42	42	30	1	0.3	42.8	78.5	2 400	3 600	8 306	38 306
51307	52307	35	30	68	24	44	37	68		10	1	0.3	55	48	48	35	1	0.3	55.2	105	2 000	3 200	8 307	38 307
51308	52308	40	30	78	26	49	42	78		12	1	0.6	63	55	55	40	1	0.6	69.2	135	1 900	3 000	8 308	38 308
51309	52309	45	35	85	28	52	47	85		12	1	0.6	69	61	61	45	1	0.6	75.8	150	1 700	2 600	8 309	38 309
51310	52310	50	40	95	31	58	52	95		14	1.1	0.6	77	68	68	50	1	0.6	96.5	202	1 600	2 400	8 310	38 310
51311	52311	55	45	105	35	64	57	105		15	1.1	0.6	85	75	75	55	1	0.6	115	242	1 500	2 200	8 311	38 311
51312	52312	60	50	110	35	64	62	110		15	1.1	0.6	90	80	80	60	1	0.6	118	262	1 400	2 000	8 312	38 312
51313	52313	65	55	115	36	65	67	115		15	1.1	0.6	95	85	85	65	1	0.6	115	262	1 300	1 900	8 313	38 313

续表

轴承代号		尺寸/mm											安装尺寸/mm						基本额定		极限转速/(r/min)		原轴承代号	
		d	d_2	D	T	T_1	d_{1min}	D_{1max}	D_{2max}	B	r_{smin}	r_{1smin}	d_{amin}	D_{amax}	D_{bmin}	d_{bmax}	r_{asmax}	r_{1asmax}	动载荷 C_a	静载荷 C_{0a}	脂润滑	油润滑		
																			kN					
13(51000 型)、23(52000 型)尺寸系列																								
51314	52314	70	55	125	40	72	72	125		16	1.1	1	103	92	92	70	1	1	148	340	1 200	1 800	8 314	38 314
51315	52315	75	60	135	44	79	77	135		18	1.5	1	111	99	99	75	1.5	1	162	380	1 100	1 700	8 315	38 315
51316	52316	80	65	140	44	79	82	140		18	1.5	1	116	104	104	80	1.5	1	160	380	1 000	1 600	8 316	38 316
51317	52317	85	70	150	49	87	88	150		19	1.5	1	124	111	114	85	1.5	1	208	495	950	1 500	8 317	38 317
51318	52318	90	75	155	50	88	93	155		19	1.5	1	129	116	116	90	1.5	1	205	495	900	1 400	8 318	38 318
51320	52320	100	85	170	55	97	103	170		21	1.5	1	142	128	128	100	1.5	1	235	595	800	1 200	8 320	38 320
14(51000 型)、24(52000 型)尺寸系列																								
51405	52405	25	15	60	24	45	27	60		11	1	0.6	46	39		25	1	0.6	55.5	89.2	2 200	3 400	8 405	38 405
51406	52406	30	20	70	28	52	32	70		12	1	0.6	54	46		30	1	0.6	72.5	125	1 900	3 000	8 406	38 406
51407	52407	35	25	80	32	59	37	80		14	1.1	0.6	62	53		35	1	0.6	86.5	155	1 700	2 600	8 407	38 407
51408	52408	40	30	90	36	65	42	90		15	1.1	0.6	70	60		40	1	0.6	112	205	1 500	2 200	8 408	38 408
51409	52409	45	35	100	39	72	47	100		17	1.1	0.6	78	67		45	1	0.6	140	262	1 400	2 000	8 409	38 409
51410	52410	50	40	110	43	78	52	110		18	1.5	0.6	86	74		50	1.5	0.6	160	302	1 300	1 900	8 410	38 410
51411	52411	55	45	120	48	87	57	120		20	1.5	0.6	94	81		55	1.5	0.6	182	355	1 100	1 700	8 411	38 411
51412	52412	60	50	130	51	93	62	130		21	1.5	0.6	102	88		60	1.5	0.6	200	395	1 000	1 600	8 412	38 412
51413	52413	65	50	140	56	101	68	140		23	2	1	110	95		65	2.0	1	215	448	900	1 400	8 413	38 413
51414	52414	70	55	150	60	107	73	150		24	2	1	118	102		70	2.0	1	255	560	850	1 300	8 414	38 414
51415	52415	75	60	160	65	115	78	160	160	26	2	1	125	110		75	2.0	1	268	615	800	1 200	8 415	38 415
51416	—	80	—	170	68	—	83	170	—	—	2.1	—	133	117		—	2.1	—	292	692	750	1 100	8 416	—
51417	52417	85	65	180	72	128	88	177	179.5	29	2.1	1.1	141	124		85	2.1	1	318	782	700	1 000	8 417	38 417
51418	52418	90	70	190	77	135	93	187	189.5	30	2.1	1.1	149	131		90	2.1	1	325	825	670	950	8 418	38 418
51420	52420	100	80	210	85	150	103	205	209.5	33	3	1.1	165	145		110	2.1	1	400	1080	600	850	8 420	38 420

注:1. 同附表 10.2 中注 1。
2. r_{smin}、r_{1smin}为 r、r_1 的最小单向倒角尺寸;r_{asmax}、r_{1asmax}为 r_a、r_{1a}的最大单向倒角尺寸。

三、滚动轴承的配合(GB/T 275—2002 摘录)

附表 10.6 向心轴承载荷的区分

载荷大小	轻载荷	正常载荷	重载荷
$\dfrac{P_r(\text{径向当量动载荷})}{C_r(\text{径向额定动载荷})}$	≤0.07	>0.07~0.15	>0.15

附表 10.7 安装向心轴承的轴公差带代号

动转状态		载荷状态	深沟球轴承、调心球轴承和角接触球轴承	圆柱滚子轴承和圆锥滚子轴承	调心滚子轴承	公差带
说明	举例		轴承公称内径/mm			
旋转的内圈载荷及摆动载荷	一般通用机械、电动机、机床主轴、泵、内燃机、直齿轮传动装置、铁路机车车辆轴箱、破碎机等	轻载荷	≤18 >18~100 >100~200	— ≤40 >40~140	— ≤40 >40~100	h5 j6① k6①
		正常载荷	≤18 >18~100 >100~140 >140~200	— ≤40 >40~100 >100~140	— ≤40 >40~65 >65~100	j5,js5 k5② m5② m6
		重载荷	— —	>50~140 >140~200	>50~100 >100~140	n6 p6③
固定的内圈载荷	静止轴上的各种轮子,张紧轮、绳轮、振动筛、惯性振动器	所有载荷	所有尺寸			f6 g6① h6 j6
仅有轴向载荷		所有尺寸				j6、js6

① 凡对精度有较高要求场合,应用 j5、k5、…代替 j6、k6、…;

② 圆锥滚子轴承、角接触球轴承配合对游隙影响不大,可用 k6、m6 代替 k5、m5;

③ 重载荷下轴承游隙应选大于 0 组。

附表 10.8 安装向心轴承的孔公差带代号

运转状态		载荷状态	其他状况	公差带①	
说明	举例			球轴承	滚子轴承
固定的外圈载荷	一般机械、铁路机车车辆轴箱、电动机、泵、曲轴主轴承	轻、正常、重	轴向易移动,可采用剖分式外壳	H7、G7②	
		冲击	轴向能移动,可采用整体或剖分式外壳	J7、Js7	
摆动载荷		轻、正常			
		正常、重	轴向不移动,采用整体式外壳	K7	
		冲击		M7	
旋转的外圈载荷	张紧滑轮,轮毂轴承	轻		J7	K7
		正常		K7、M7	M7、N7
		重		—	N7、P7

① 并列公差带随尺寸的增大从左至右选择,对旋转精度有较高要求时,可相应提高一个公差等级;

② 不适用于剖分式外壳。

附表 10.9 安装推力轴承的轴和孔公差带代号

运转状态	载荷状态	安装推力轴承的轴公差带		安装推力轴承的外壳孔公差带	
		轴承类型	公差带	轴承类型	公差带
仅有轴向载荷		推力球和推力滚子轴承	j6、js6	推力球轴承	H8
				推力圆柱、圆锥滚子轴承	H7

附表 10.10 轴和外壳的几何公差

基本尺寸/mm		圆柱度 t				端面圆跳动 t_1			
		轴颈		外壳孔		轴肩		外壳孔肩	
		轴承公差等级							
		/P0	/P6 (/P6x)	/P0	/P6 (/P6x)	/P0	/P6 (/P6x)	/P0	/P6 (/P6x)
大于	至	公差值/μm							
	6	2.5	1.5	4	2.5	5	3	8	5
6	10	2.5	1.5	4	2.5	6	4	10	6
10	18	3.0	2.0	5	3.0	8	5	12	8
18	30	4.0	2.5	6	4.0	10	6	15	10
30	50	4.0	2.5	7	4.0	12	8	20	15
50	80	5.0	3.0	8	5.0	15	10	25	15
80	120	6.0	4.0	10	6.0	15	10	25	15
120	180	8.0	5.0	12	8.0	20	12	30	20
180	250	10.0	7.0	14	10.0	20	12	30	20
250	315	12.0	8.0	16	12.0	25	15	40	25

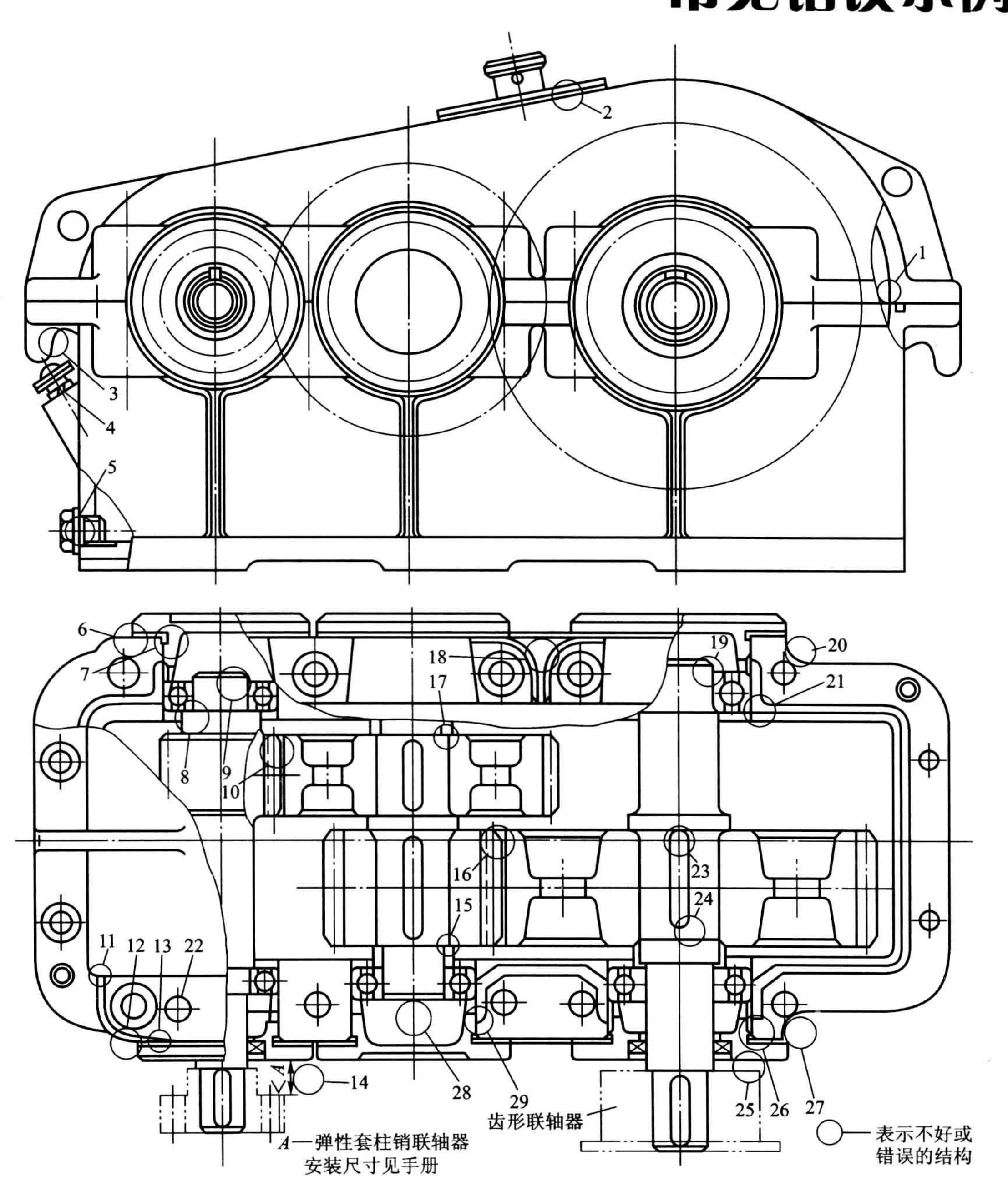
注：轴承公差等级新、旧标准代号对照为：/P0—G 级；/P6—E 级；/P6x—Ex 级。

附表 10.11 配合面的表面粗糙度

轴或轴承座直径 /mm		轴或外壳配合表面直径公差等级								
		IT7			IT6			IT5		
		表面粗糙度/μm								
超过	到	*Rz*	*Ra*		*Rz*	*Ra*		*Rz*	*Ra*	
			磨	车		磨	车		磨	车
	80	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6	4	0.4	0.8
80	500	16	1.6	3.2	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6
端面		25	3.2	6.3	25	3.2	6.3	10	1.6	1.6

注：与/P0、/P6(/P6x)级公差轴承配合的轴，其公差等级一般为 IT6，外壳孔一般为 IT7。

附录 11 减速器装配图常见错误示例



附图 11.1 减速器装配图常见错误

① 轴承采用油润滑，但油不能流入导油沟内。

② 窥视孔太小，不便于检查传动件的啮合情况，并且没有垫片密封。

③ 两端吊钩的尺寸不同，并且左端吊钩尺寸太小。

④ 油尺座孔不够倾斜，无法进行加工和装拆。

⑤ 放油螺塞孔端处的箱体没有凸起，螺塞与箱体之间也没有封油圈，并且螺纹孔长度太短，很容易漏油。

⑥、⑫ 箱体两侧的轴承孔端面没有凸起的加工面。

⑦ 垫片孔径太小，端盖不能装入。

⑧ 轴肩过高，不能通过轴承的内圈来拆卸轴承。

⑨、⑲ 轴段太长，有弊无益。

⑩、⑯ 大、小齿轮同宽，很难调整两齿轮在全齿宽上啮合，并且大齿轮没有倒角。

⑪、⑬ 投影交线不对。

⑭ 间距太短，不便拆卸弹性柱销。

⑮、⑰ 轴与齿轮轮毂的配合段同长，轴套不能固定齿轮。

⑱ 箱体两凸台相距太近，铸造工艺性不好，造型时出现尖砂。

⑳、㉗ 箱体凸缘太窄，无法加工凸台的沉头座，连接螺栓头部也不能全坐在凸台上。上对应的主视图投影也不对。

㉑ 输油沟的油容易直接流回箱座内而不能润滑轴承。

㉒ 没有此孔，此处缺少凸台与轴承座的相贯线。

㉓ 键的位置紧贴轴肩，加大了轴肩处的应力集中。

㉔ 齿轮轮毂上的键槽，在装配时不易对准轴上的键。

㉕ 齿轮联轴器与箱体端盖相距太近，不便于拆卸端盖螺钉。

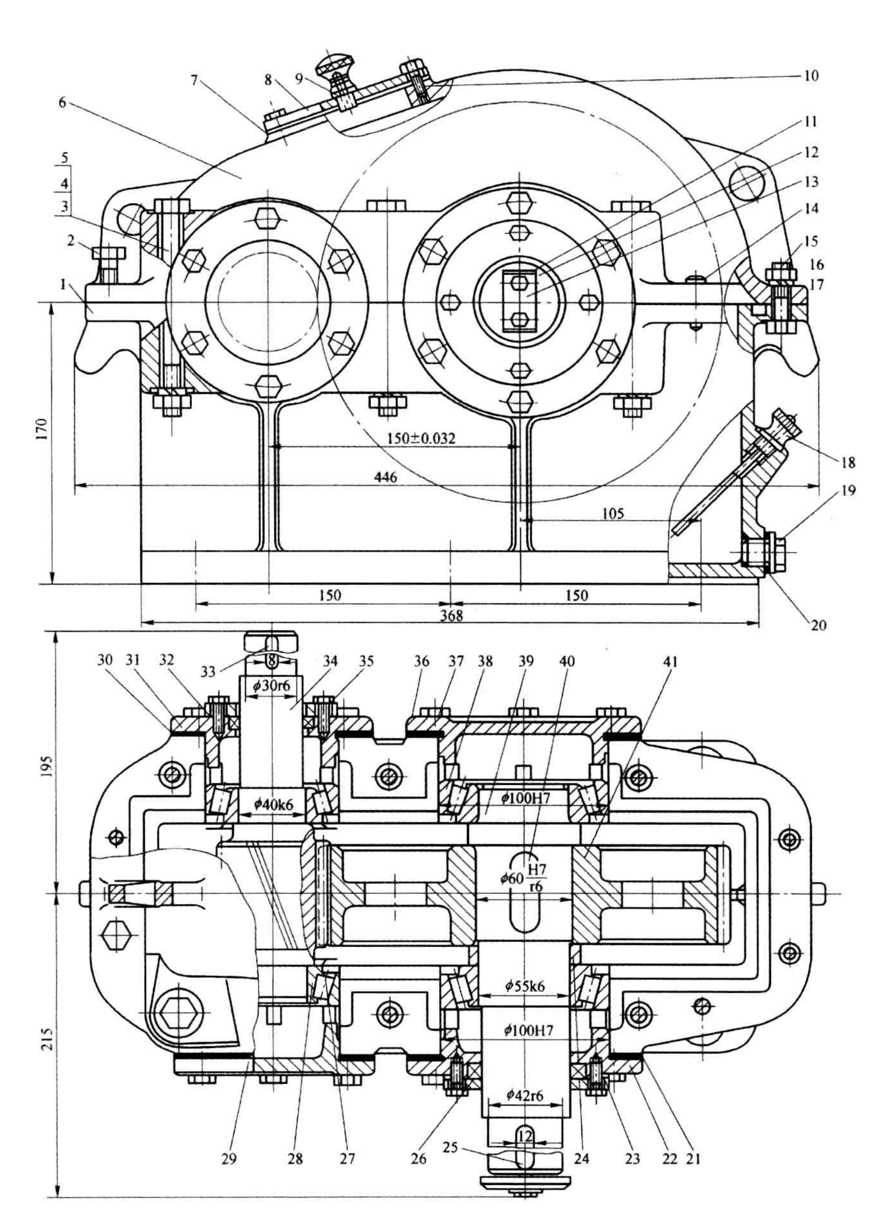
㉖ 端盖与箱座孔的配合面太短。

㉘ 所有端盖上应当开缺口，使润滑油在较低油面就能进入轴承以加强密封。

㉙ 端盖开缺口部分的直径应当缩小，也应与其他端盖一致。

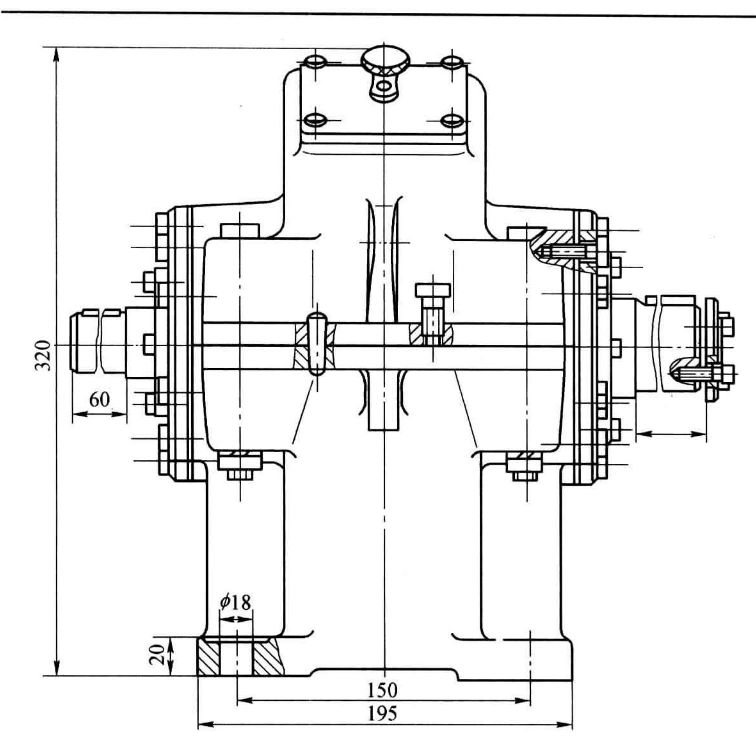
㉚ 未圈出。图中有若干圆缺中心线。

附录 12　参考图例



说明：箱座侧壁有斜度，底面小，可减轻箱体重量。箱座剖分面有油槽，以防漏油。采用嵌入式轴承盖，O形圈密封，结构简单，轴向尺寸小。用垫片调整轴承间隙时，需拆卸轴承盖和箱盖，使用不方便。齿轮毛坯采用模锻，适用于成批生产。

附图 12.1　一级



技术要求

1. 装配前，全部零件用煤油清洗，箱体内不许有杂物存在。在内壁涂两次不被机油侵蚀的涂料。
2. 用铅丝检验啮合侧隙。其侧隙不小于0.16 mm，铅丝不得大于最小侧隙的4倍。
3. 用涂色法检验斑点。齿高接触斑点不小于40%；齿长接触斑点不小于50%。必要时可采用研磨或刮后研磨，以便改善接触情况。
4. 调整轴承时所留轴向间隙如下：$\phi40$ 为 0.05 ~ 0.1 mm；$\phi55$ 为 0.08 ~ 0.15 mm。
5. 装配时，部分面不允许使用任何填料，可涂以密封油漆或水玻璃。试转时应检查剖分面、各接触面及密封处，均不准漏油。
6. 箱座内装 L－CKB46 号工业齿轮油至规定高度。
7. 表面涂灰色油漆。

技术参数表

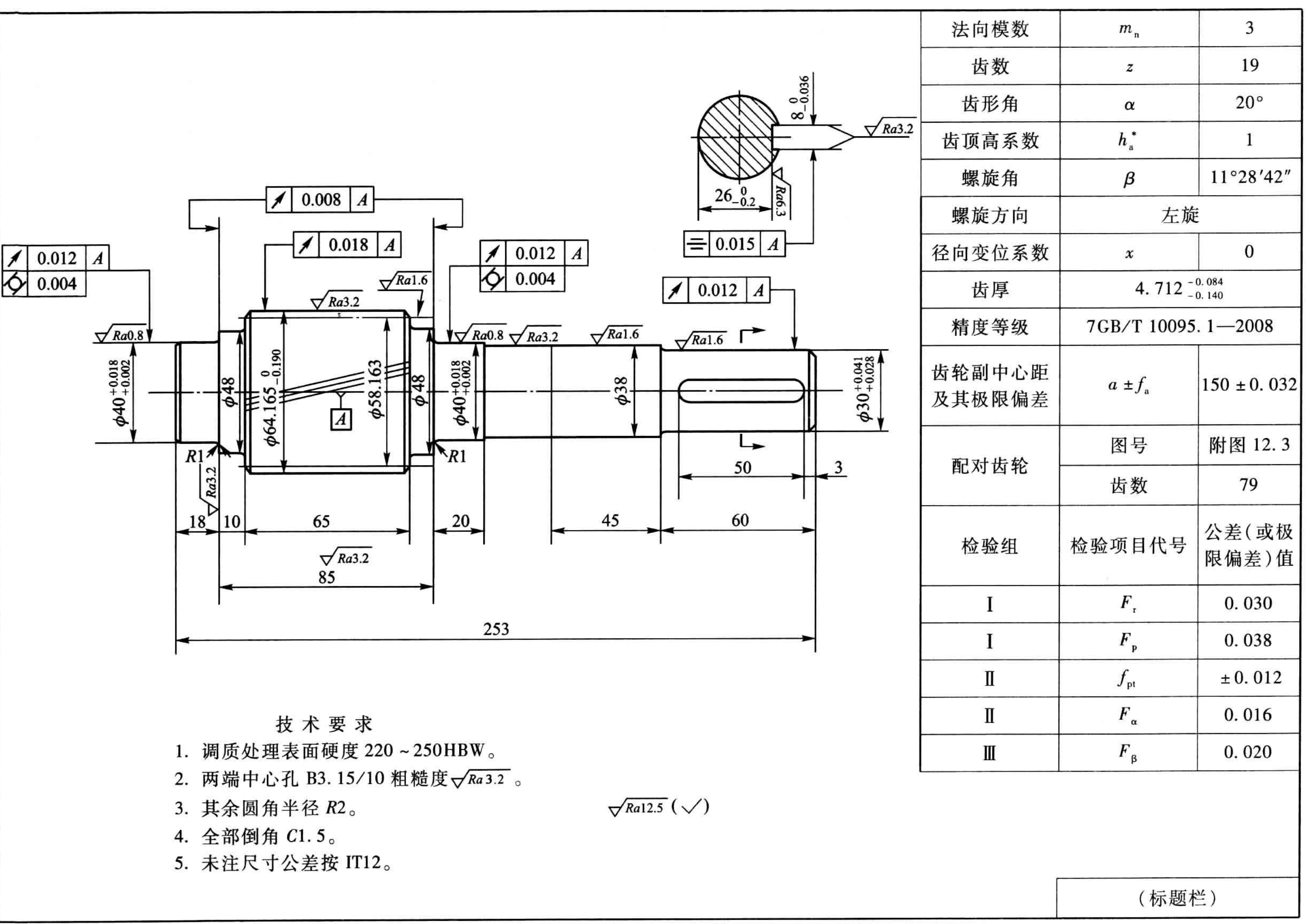
功率	4.5 kW	高速轴转速	480 r/min	传动比	4.16

序号	名称	数量	材料	标准	备注
41	大齿轮	1	45		
40	键 18×50	1	Q275A	GB/T 1096—2003	
39	轴	1	45		
38	轴承 30311E	2		GB/T 297—1994	
37	螺栓 M8×25	24	Q235A	GB/T 5782—2000	
36	轴承端盖	1	HT200		
35	J 型油封 35×60×12	1	耐油橡胶	HG 4－338—1966	
34	齿轮轴	1	45		
33	键 8×50	1	Q275A	GB/T 1096—2003	
32	密封盖板	1	Q235A		
31	轴承端盖	1	HT200		
30	调整垫片	2	成组		
29	轴承端盖	1	HT200		
28	轴承 30308E	2		GB/T 297—1994	
27	挡油环	2	Q215A		
26	J 型油封 50×72×12	1	耐油橡胶	HG 4－338—1966	
25	键 12×56	1	Q275A	GB/T 1096—2003	
24	定距环	1	Q235A		
23	密封盖板	1	Q235A		
22	轴承端盖	1	HT200		
21	调整垫片	2 组	08F		
20	油圈 25×18	1	工业用革		

序号	名称	数量	材料	标准	备注
19	六角螺塞 M18×1.5	1	Q235A	JB/T 1760—1991	
18	油标	1	Q235A		
17	垫圈 10	2	65Mn	GB/T 93—1987	
16	螺母 M10	2	Q235A	GB/T 41—2000	
15	螺栓 M10×35	4	Q235A	GB/T 5782—2000	
14	销 A8×30	2	35	GB/T 117—2000	
13	防松垫片	1	Q215A		
12	轴端挡圈	1	Q235A		
11	螺栓 M6×25	2	Q235A	GB/T 5782—2000	
10	螺栓 M6×20	4	Q235A	GB/T 5782—2000	
9	通气器	1	Q235A		
8	窥视孔盖	1	Q215A		
7	垫片	1	石棉橡胶纸		
6	箱盖	1	HT200		
5	垫圈 12	6	65Mn	GB/T 93—1987	
4	螺母 M12	6	Q235A	GB/T 41—2000	
3	螺栓 M12×100	6	Q235A	GB/T 5782—2000	
2	起盖螺钉 M10×30	1	Q235A	GB/T 5780—2000	
1	箱座	1	HT200		

（标题栏）

圆柱齿轮减速器（凸缘式端盖）



法向模数	m_n	3
齿数	z	19
齿形角	α	20°
齿顶高系数	h_a^*	1
螺旋角	β	11°28′42″
螺旋方向	左旋	
径向变位系数	x	0
齿厚	$4.712_{-0.140}^{-0.084}$	
精度等级	7GB/T 10095.1—2008	
齿轮副中心距及其极限偏差	$a \pm f_a$	150 ± 0.032
配对齿轮	图号	附图 12.3
	齿数	79
检验组	检验项目代号	公差（或极限偏差）值
Ⅰ	F_r	0.030
Ⅰ	F_p	0.038
Ⅱ	f_{pt}	±0.012
Ⅱ	F_α	0.016
Ⅲ	F_β	0.020

技 术 要 求

1. 调质处理表面硬度 220 ~ 250HBW。
2. 两端中心孔 B3.15/10 粗糙度 Ra 3.2 。
3. 其余圆角半径 $R2$。
4. 全部倒角 $C1.5$。
5. 未注尺寸公差按 IT12。

Ra12.5（✓）

（标题栏）

附图 12.2　齿轮轴

齿轮参数与误差检验项目略去，可参看附图 12. 2。

技 术 要 求

1. 正火处理后齿面硬度 170 ~ 210HBW。
2. 全部圆角半径 $R3$。
3. 未注明倒角为 $C1.5$。

$\sqrt{Ra12.5}$ (√)

0.022 A
C1
Ra1.6
Ra6.3
15
Ra1.6
$\phi 60^{+0.030}_{0}$ E
A
$\phi 90$
$\phi 210$
C2
$\phi 247.837^{0}_{-0.300}$
$\phi 241.837$
Ra3.2
Ra3.2
60
0.022 A
6×$\phi 35$
18±0.0215
Ra3.2
0.020 A
Ra6.3
$64.4^{+0.2}_{0}$
$\phi 150$

（标题栏）

附图 12. 3　直齿圆柱齿轮

0.015 C
0.015 A
0.005
0.015 A
0.015 A
0.005
0.012 A
Ra0.8 Ra1.6 Ra0.8 Ra1.6 Ra1.6
G G B B
2×M6–6H
10
A C D E E
$\phi55^{+0.021}_{+0.002}$ $\phi68$ $\phi60^{+0.060}_{+0.041}$ $\phi55^{+0.021}_{+0.002}$ $\phi55$ $\phi42^{+0.050}_{+0.034}$
25
20 5 50 56 3
32 58 37 65
258

G–G 0.02 C
$53^{\ 0}_{-0.200}$
Ra3.2
$18^{\ 0}_{-0.043}$
Ra3.2

0.02 D B—B
$37^{\ 0}_{-0.200}$
Ra3.2
Ra3.2
$12^{\ 0}_{-0.043}$

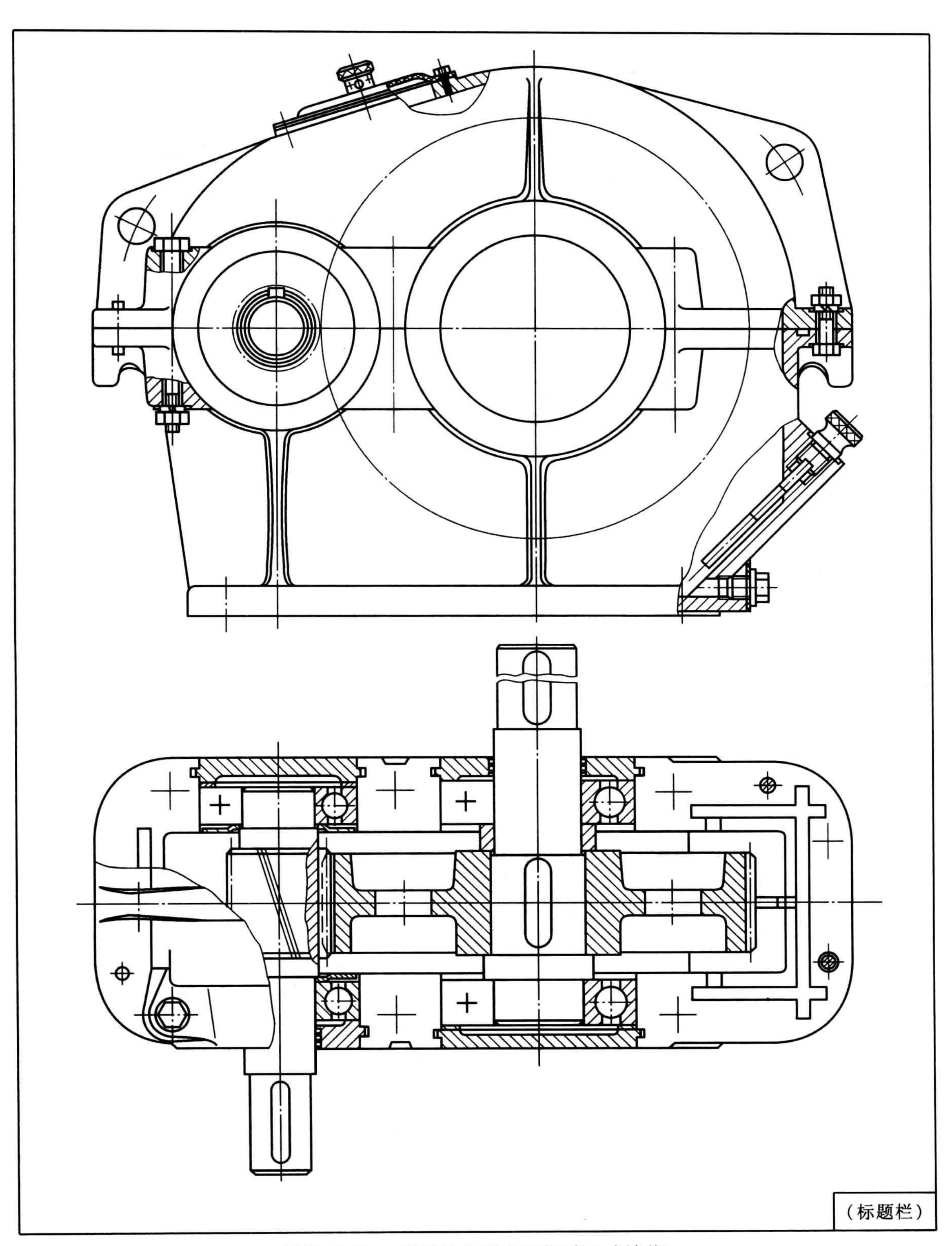
Ra12.5 (√)

技 术 要 求

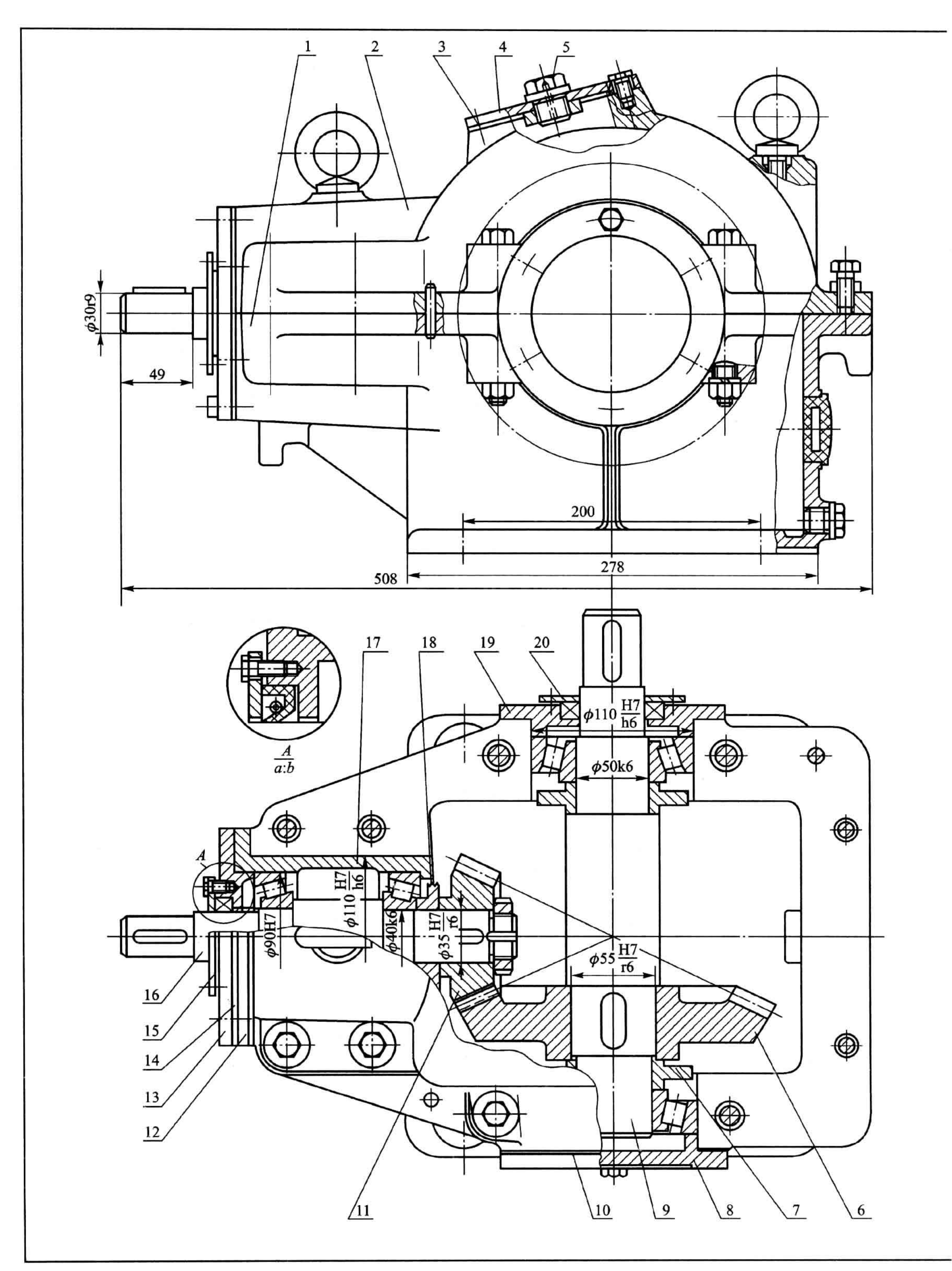
1. 调质处理后表面硬度 220 ~ 250HBW。
2. 两端中心孔 B3.5/10 的粗糙度 Ra 3.2 。
3. 全部圆角半径 R1.5。
4. 全部倒角 C1.5。
5. 未注尺寸公差按 IT12。

（标题栏）

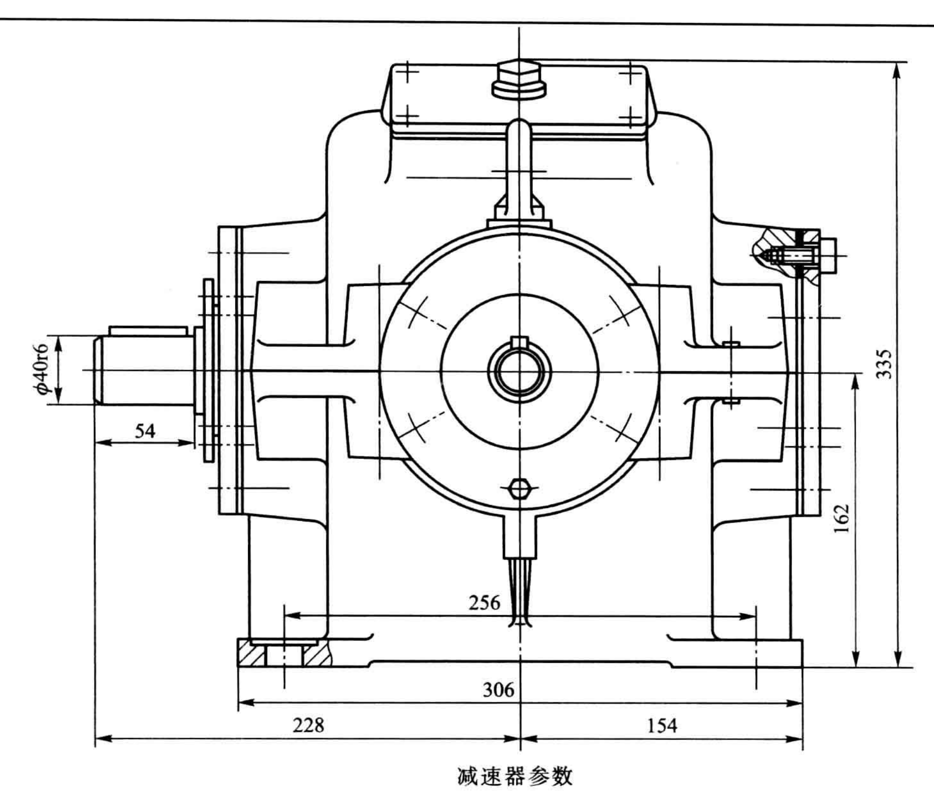
附图 12.4 轴



附图 12.5　一级圆柱齿轮减速器(嵌入式端盖)


1
2
3
4
5
φ30r9
49
200
278
508
17
18
19
20
A
a:b
φ110 H7/h6
φ50k6
φ90H7
φ40k6
φ35 H7/r6
φ55 H7/r6
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6

附图 12.6　一级



减速器参数

1. 功率:4.5 kW;2. 高速轴转速:420r/min;3. 传动比:2∶1

技 术 要 求

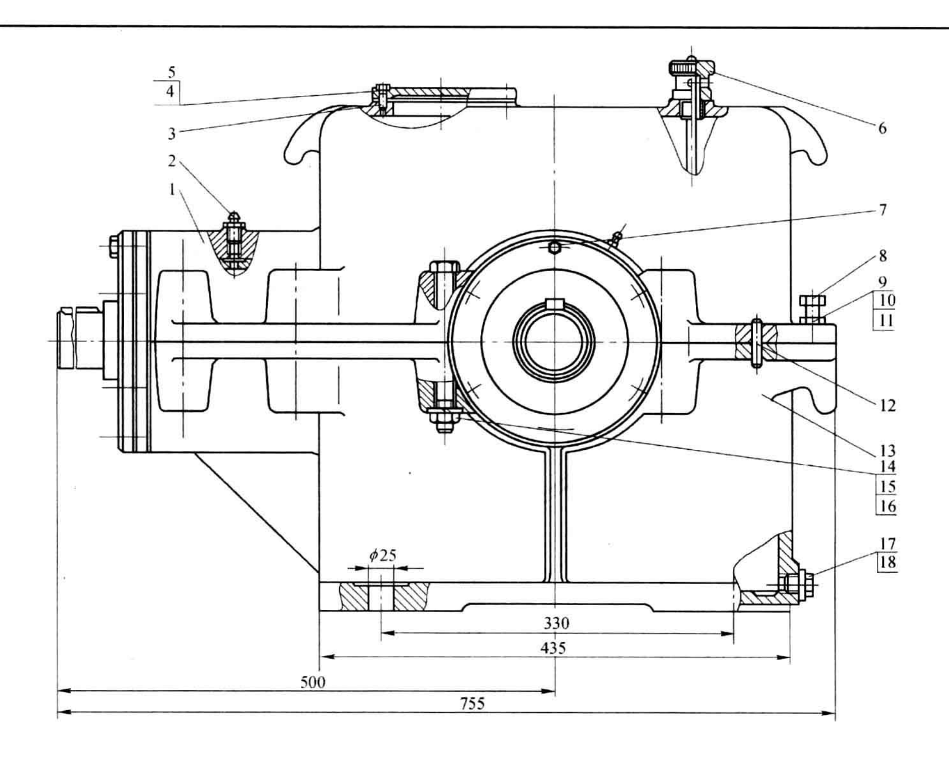
1. 装配前,所有零件进行清洗,箱体内壁涂耐油油漆;
2. 啮合侧隙之大小用铅丝来检验,保证侧隙不小于0.17 mm,所用铅丝直径不得大于最小侧隙的2倍;
3. 用涂色法检验齿面接触斑点,按齿高和齿长接触斑点都不少于50%;
4. 调整轴承轴向间隙,高速轴为0.04~0.07 mm,低速轴为0.05~0.1mm;
5. 减速器剖分面、各接触面及密封处均不许漏油,剖分面允许涂密封胶或水玻璃;
6. 减速器内装50号工业齿轮油至规定高度;
7. 减速器表面涂灰色油漆。

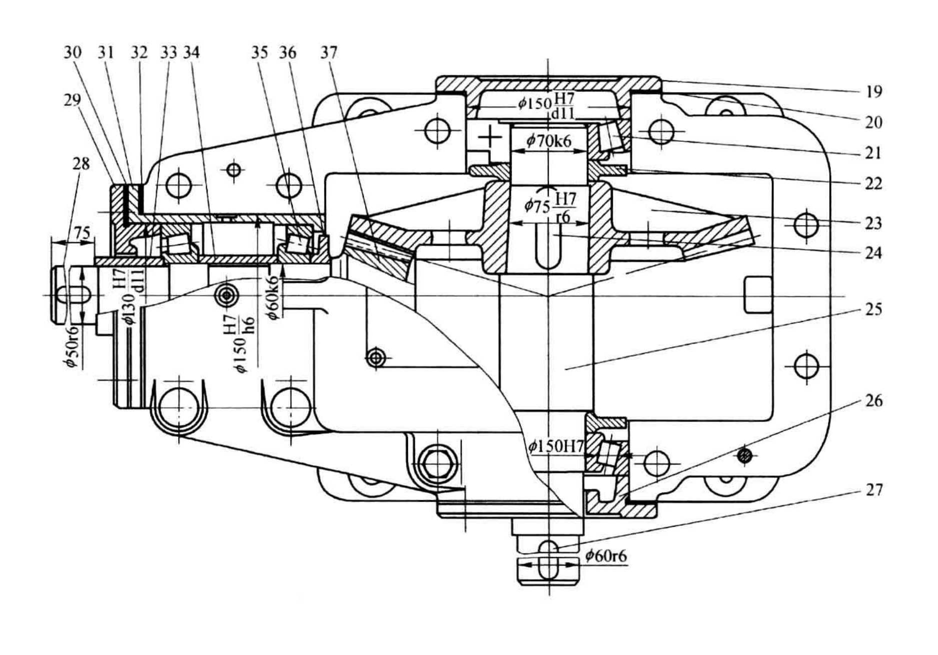
序号	名称	数量	材料	备注
20	密封盖	1	Q215A	
19	轴承端盖	1	HT150	
18	挡油环	1	Q235A	
17	套杯	1	HT150	
16	轴	1	45	
15	密封盖板	1	Q215A	
14	调整垫片	1组	08F	
13	轴承端盖	1	HT150	
12	调整垫片	1组	08F	
11	小锥齿轮	1	45	$m=5, z=20$
10	调整垫片	2组	08F	
9	轴	1	45	

序号	名称	数量	材料	备注
8	轴承端盖	1	HT150	
7	挡油环	2	Q235A	
6	大锥齿轮	1	40	$m=5, z=42$
5	通气器	1	Q235A	
4	窥视孔盖	1	Q235A	组件
3	垫片	1	压纸板	
2	箱盖	1	HT150	
1	箱座	1	HT150	

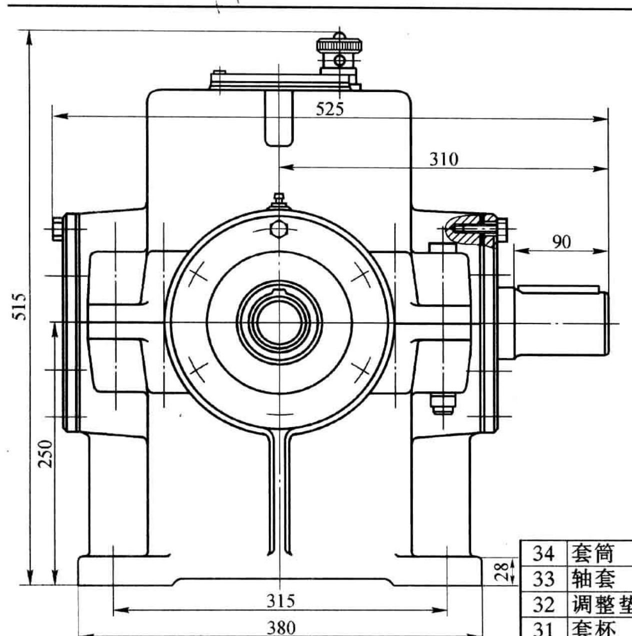
(标题栏)

锥齿轮减速器


5
4
3
2
1
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
φ25
330
435
500
755


30 31 32 33 34 35 36 37
29
28
75
19
20
21
22
23
24
25
26
27
φ150 H7/d11
φ70k6
φ75 H7/r6
φ130 H7/d11
φ50r6
φ150 H7/h6
φ60k6
φ150H7
φ60r6

附图 12.7　一级圆



序号	名称	数量	材料	标准	备注
34	套筒	1	Q235A		
33	轴套	1	Q235A		
32	调整垫片	1组	08F		
31	套杯	1	HT150		
30	调整垫片	1组	08F		
29	轴承端盖	1	HT150		
28	键 14×63	1	45	GB/T 1096—2003	
27	键 18×80	1	45	GB/T 1096—2003	
26	轴承端盖	1	HT150		
25	轴	1	45		
24	键 20×80	1	45	GB/T 1096—2003	
23	大锥齿轮	1	45		
22	挡油环	2	Q235A		
21	轴承 30314	2		GB/T 297—1994	
20	调整垫片	2组	08F		
19	轴承端盖	1	HT150		
18	油圈 25×18	1	工业用革	ZB 70—1962	
17	六角螺塞 M18×1.5	1	5.9	JB/T 1760—1991	
16	螺母 M16	8	5	GB/T 41—2000	
15	垫圈 16	8	65Mn	GB/T 93—1987	
14	螺栓 M18×130	8	5.9	GB/T 5782—2000	
13	箱座	1	HT150		
12	销 B8×40	2	35		
11	螺母 M12	2	5	GB/T 41—2000	
10	垫圈 12	2	65Mn	GB/T 93—1987	
9	螺栓 M12×45	2	5.9	GB/T 5782—2000	
8	起盖螺钉 M12×25	1	5.9	GB/T 5782—2000	
7	螺栓 M10×25	18	5.9	GB/T 5782—2000	
6	油标	1	组件		
5	垫片	1	石棉橡胶纸		
4	检查孔盖	1	HT150		
3	螺栓 M16×20	4	5.9	GB/T 5782—2000	
2	油杯 M10×1	2		GB/T 1152—1989	
1	箱盖	1	HT150		

（标题栏）

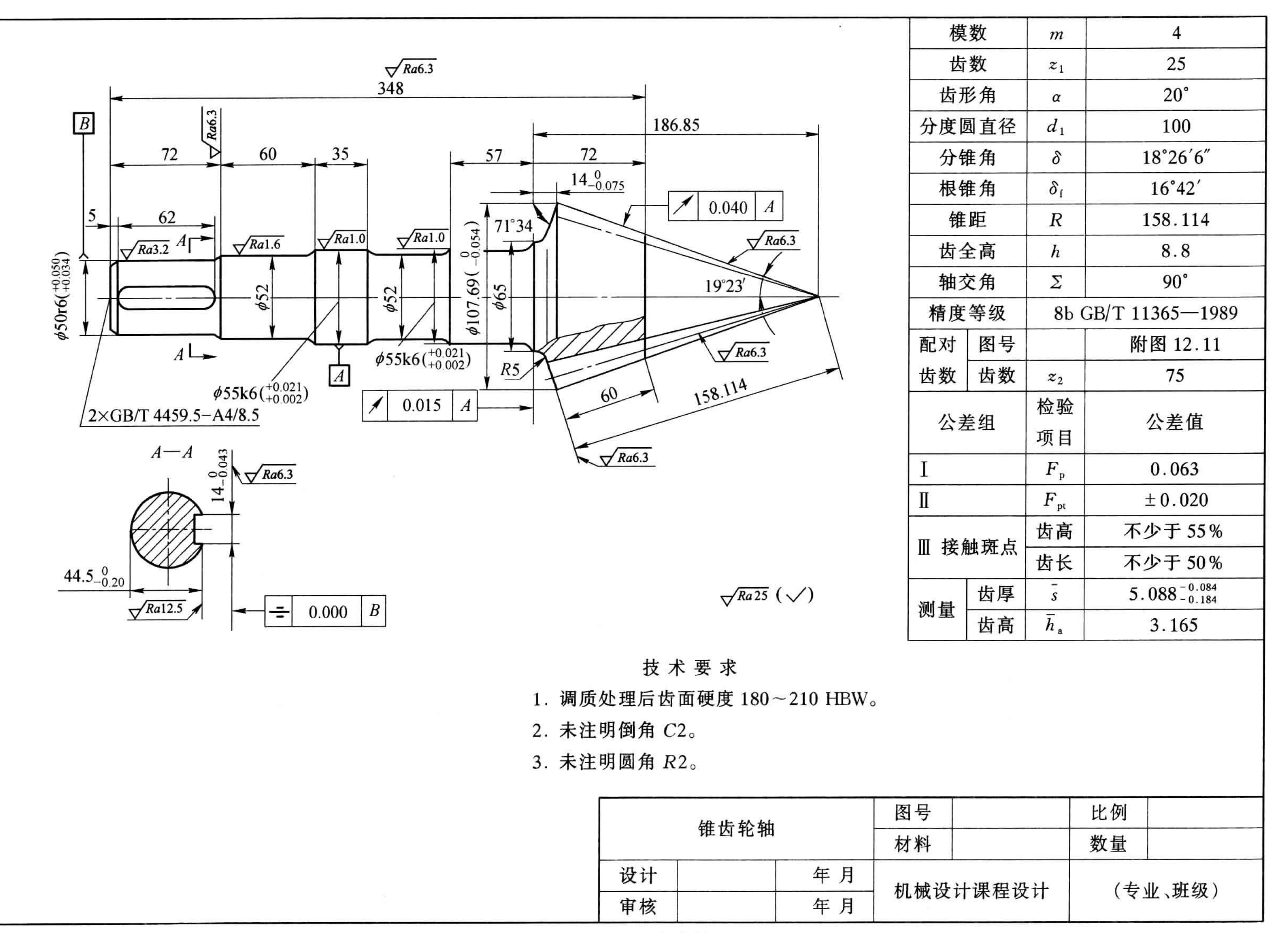
技术要求

1. 装配前对零件进行清洗，箱体内涂耐油油漆。
2. 用涂色法检验斑点，在齿高和齿长方向接触斑点不小于50%。
3. 高速轴轴承的轴向间隙为0.1，低速轴轴承的轴向间隙为0.13 mm。
4. 减速器剖分面及密封处均不许漏油，剖分面可涂水玻璃或密封胶。
5. 润滑用L－CKB 46号工业齿轮油。
6. 减速器表面涂灰色油漆。

说明：小齿轮轴承装在套杯内，为保证安装，齿轮轴上小齿轮的顶圆直径必须小于套杯的最小直径，小齿轮轴用一对正装的圆锥滚子轴承支承，用垫片30调节轴承间隙，垫片32调节齿轮啮合，套筒34作为轴承内圈的轴向固定，为减少配合面，轴37的配合部分的中段直径减小。轴承用油脂润滑，用油杯2定期加油。

序号	名称	数量	材料	标准	备注
37	小锥齿轮	1	45		
36	挡油环	1	Q235A		
35	轴承 3012E	2		GB/T 272—1993	

锥齿轮减速器



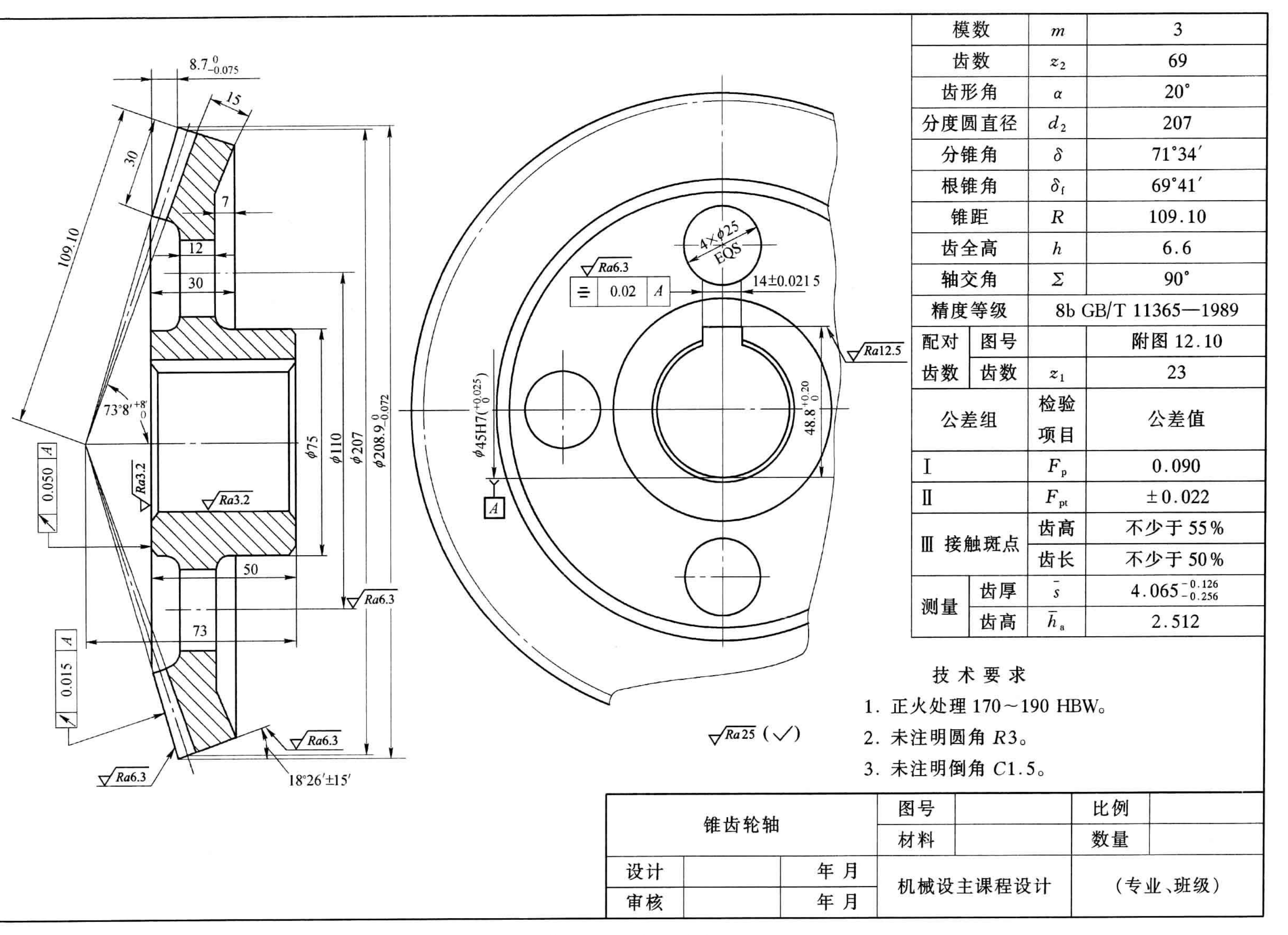
模数		m	4
齿数		z_1	25
齿形角		α	20°
分度圆直径		d_1	100
分锥角		δ	18°26′6″
根锥角		δ_f	16°42′
锥距		R	158.114
齿全高		h	8.8
轴交角		Σ	90°
精度等级		8b GB/T 11365—1989	
配对齿数	图号		附图 12.11
	齿数	z_2	75
公差组		检验项目	公差值
Ⅰ		F_p	0.063
Ⅱ		F_{pt}	±0.020
Ⅲ 接触斑点		齿高	不少于 55%
		齿长	不少于 50%
测量	齿厚	$\bar{s}$	$5.088^{-0.084}_{-0.184}$
	齿高	$\bar{h}_a$	3.165

技 术 要 求

1. 调质处理后齿面硬度 180～210 HBW。
2. 未注明倒角 $C2$。
3. 未注明圆角 $R2$。

锥齿轮轴			图号		比例	
			材料		数量	
设计		年 月	机械设计课程设计		（专业、班级）	
审核		年 月				

附图 12.8　锥齿轮轴



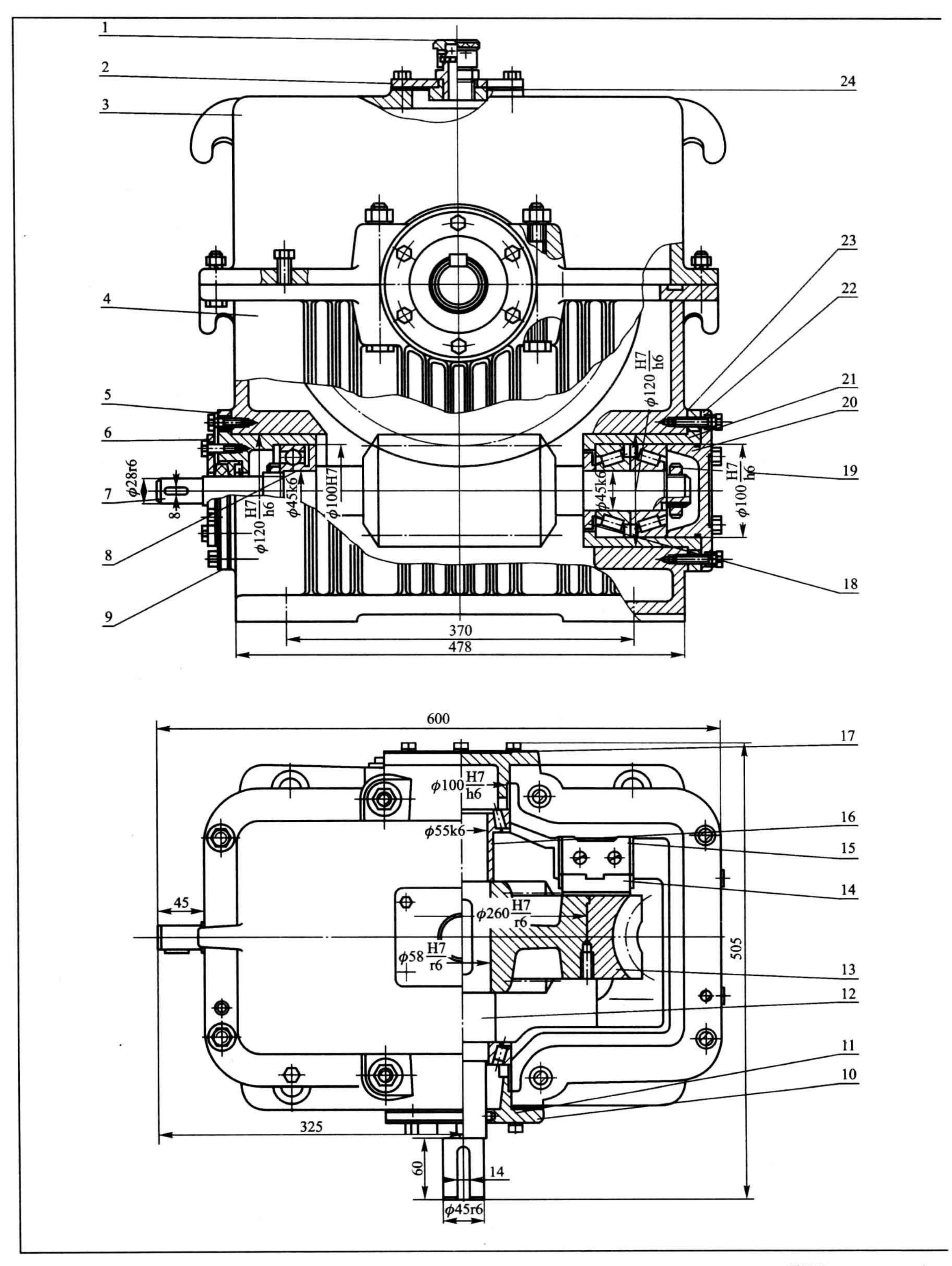
模数	m	3
齿数	z_2	69
齿形角	α	20°
分度圆直径	d_2	207
分锥角	δ	71°34′
根锥角	δ_f	69°41′
锥距	R	109.10
齿全高	h	6.6
轴交角	Σ	90°
精度等级	8b GB/T 11365—1989	
配对齿数 图号		附图 12.10
配对齿数 齿数	z_1	23
公差组	检验项目	公差值
Ⅰ	F_p	0.090
Ⅱ	F_{pt}	±0.022
Ⅲ 接触斑点	齿高	不少于 55%
Ⅲ 接触斑点	齿长	不少于 50%
测量 齿厚	$\bar{s}$	$4.065^{-0.126}_{-0.256}$
测量 齿高	$\bar{h}_a$	2.512

技 术 要 求

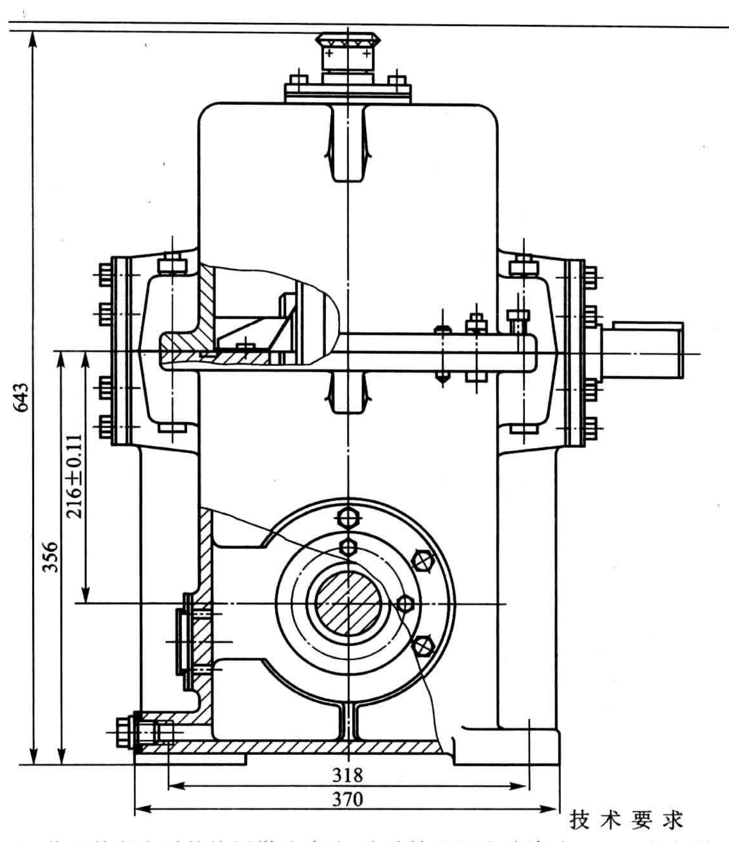
1. 正火处理 170～190 HBW。
2. 未注明圆角 $R3$。
3. 未注明倒角 $C1.5$。

锥齿轮轴			图号		比例	
			材料		数量	
设计		年 月	机械设主课程设计		(专业、班级)	
审核		年 月				

附图 12.9 圆锥齿轮


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
φ28r6
φ120 H7/h6
φ45k6
φ100H7
φ120 H7/h6
φ45k6
φ100 H7/h6
370
478
600
505
45
325
φ100 H7/h6
φ55k6
φ260 H7/r6
φ58 H7/r6
60
14
φ45r6

附图 12.10　一级



技术参数		
输入功率	P_1	4 kW
主动轴转速	n_1	1 500 r/min
传动效率	η	82%
传动比	i	28

技术要求

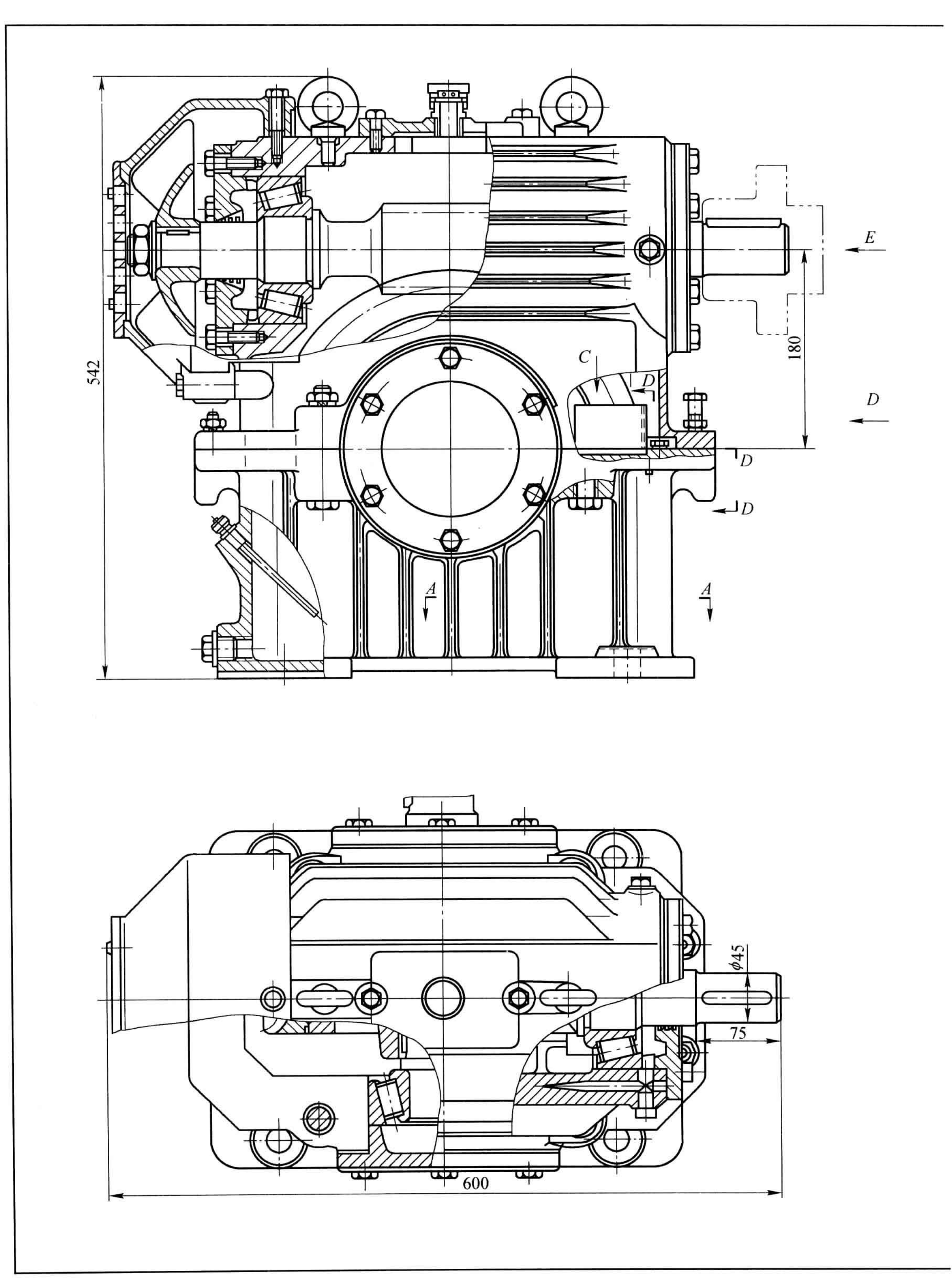
1. 装配前所有零件均用煤油清洗，滚动轴承用汽油清洗；
2. 各配合处、密封处、螺钉连接处用润滑脂润滑；
3. 保证啮合侧隙不小于 0.19 mm；
4. 接触斑点按齿高不得小于50%，按齿长不得小于50%；
5. 蜗杆轴承的轴向间隙为 0.04～0.07 mm，蜗轮轴承的轴向间隙为 0.05～0.1 mm；
6. 箱内装 SH/T 0094—1991 蜗轮蜗杆油 680 号至规定高度；
7. 未加工外表面涂灰色油漆，内表面涂红色耐油漆。

24	垫片	1	石棉橡胶纸	
23	调整垫片	1 组	08F	
22	调整垫片	1 组	08F	
21	套杯	3	HT150	
20	轴承端盖	1	HT150	
19	挡圈	1	Q235A	
18	挡油环	1	Q235A	
17	轴承端盖	1	HT150	
16	套筒	1	Q235A	
15	油盘	1	Q235A	
14	刮油板	1	Q235A	
13	蜗轮	1		组件
12	轴	1	45	
11	调整垫片	2 组	08F	
序号	名称	数量	材料	备注

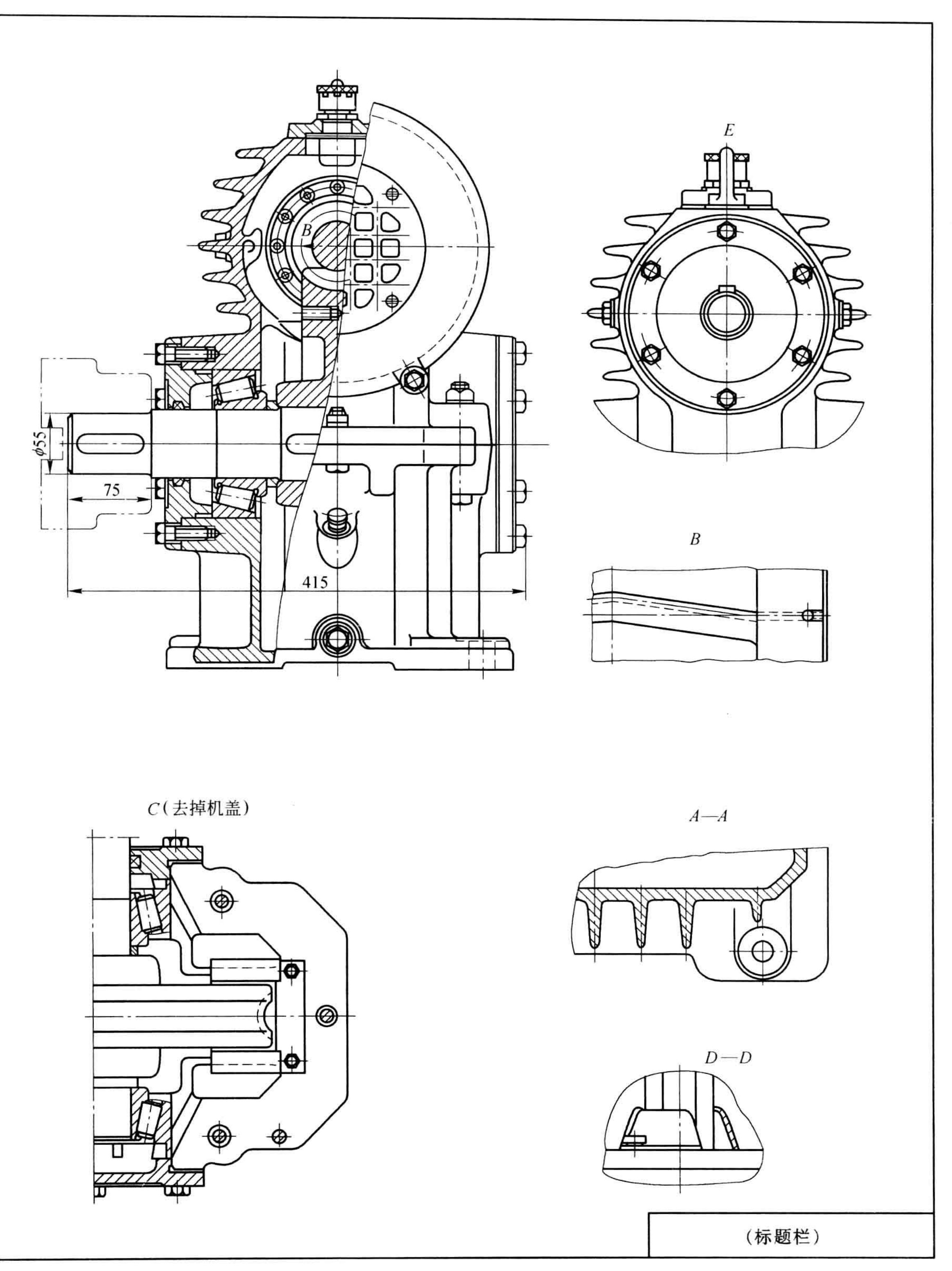
10	轴承端盖	1	HT150	
9	密封垫片	1	08F	
8	挡油环	1	Q235A	
7	蜗杆轴	1	45	
6	压板	1	Q235A	
5	套杯端盖	1	HT150	
4	箱座	1	HT200	
3	箱盖	1	HT200	
2	窥视孔盖	1	Q235A	组件
1	通气器	1		组件
序号	名称	数量	材料	备注

（标题栏）

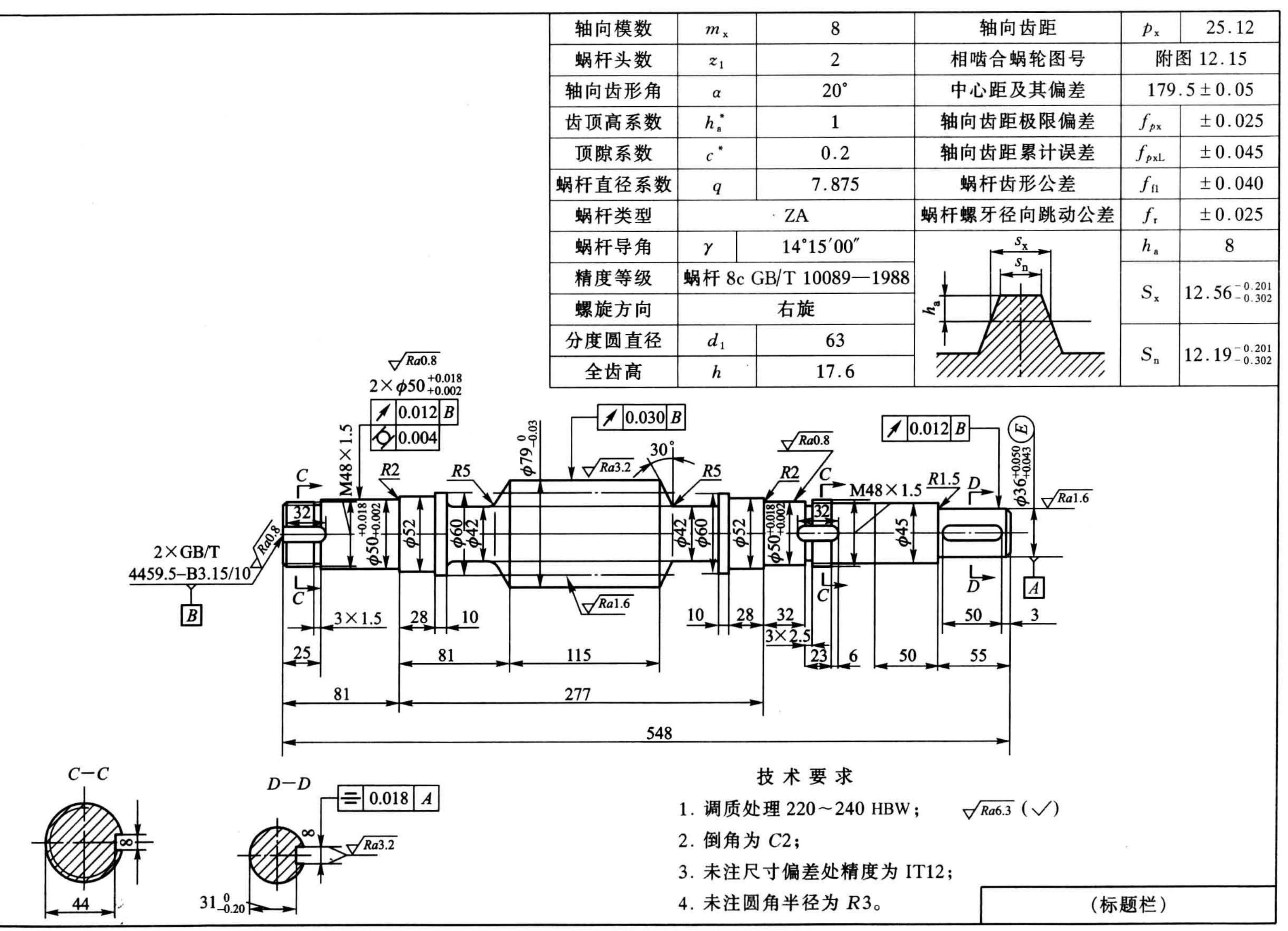
蜗杆减速器（下置式）



附图 12.11　一级蜗



杆减速器(上置式)



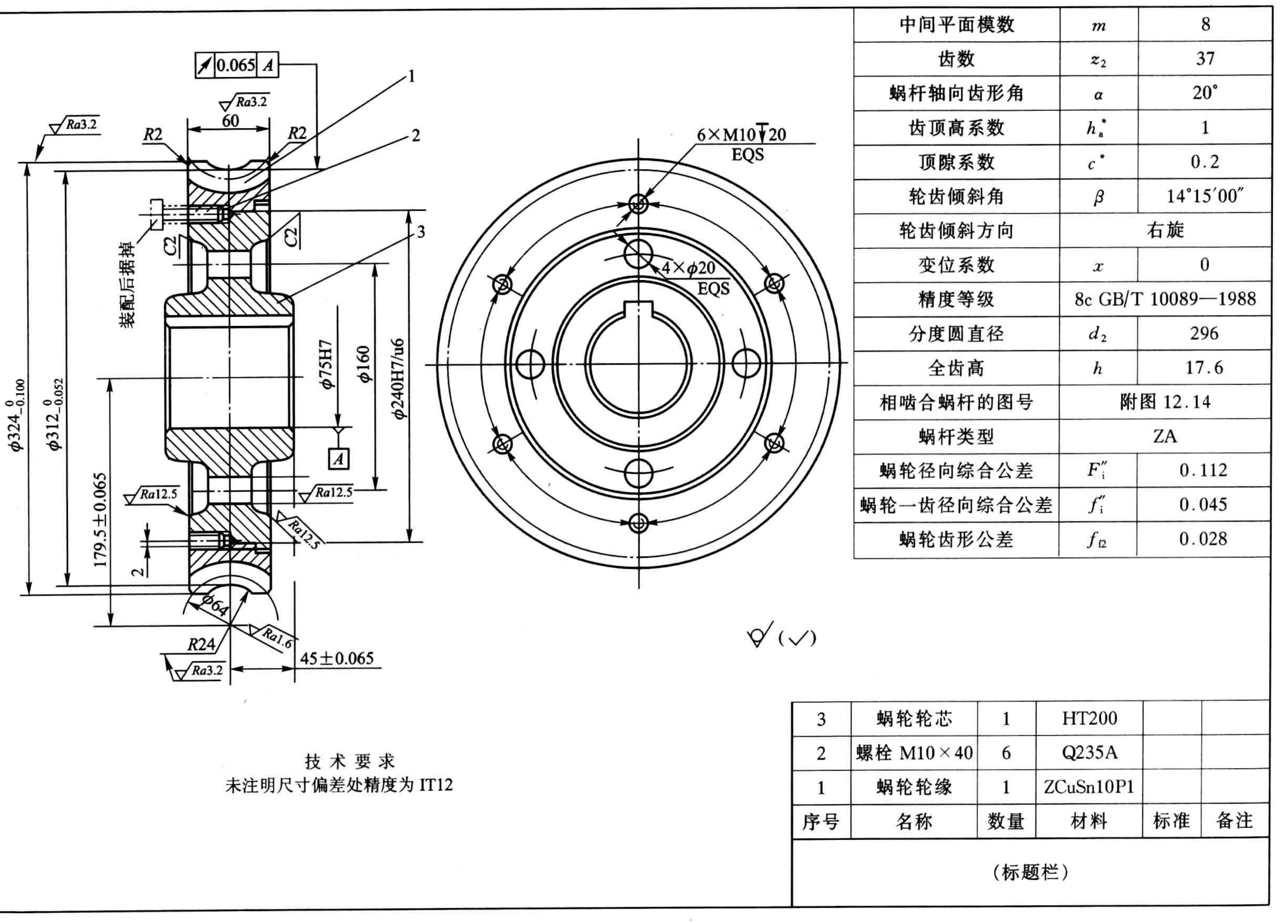
轴向模数	m_x	8	轴向齿距	p_x	25.12
蜗杆头数	z_1	2	相啮合蜗轮图号	附图 12.15	
轴向齿形角	α	20°	中心距及其偏差	179.5±0.05	
齿顶高系数	h_a^*	1	轴向齿距极限偏差	f_{px}	±0.025
顶隙系数	c^*	0.2	轴向齿距累计误差	f_{pxL}	±0.045
蜗杆直径系数	q	7.875	蜗杆齿形公差	f_{f1}	±0.040
蜗杆类型	ZA		蜗杆螺牙径向跳动公差	f_r	±0.025
蜗杆导角	γ	14°15′00″		h_a	8
精度等级	蜗杆 8c GB/T 10089—1988			S_x	$12.56_{-0.302}^{-0.201}$
螺旋方向	右旋				
分度圆直径	d_1	63		S_n	$12.19_{-0.302}^{-0.201}$
全齿高	h	17.6			

技 术 要 求

1. 调质处理 220～240 HBW；　$\sqrt{Ra6.3}$（✓）
2. 倒角为 $C2$；
3. 未注尺寸偏差处精度为 IT12；
4. 未注圆角半径为 $R3$。

（标题栏）

附图 12.12　蜗杆



中间平面模数	m	8
齿数	z_2	37
蜗杆轴向齿形角	α	20°
齿顶高系数	h_a^*	1
顶隙系数	c^*	0.2
轮齿倾斜角	β	14°15′00″
轮齿倾斜方向	右旋	
变位系数	x	0
精度等级	8c GB/T 10089—1988	
分度圆直径	d_2	296
全齿高	h	17.6
相啮合蜗杆的图号	附图 12.14	
蜗杆类型	ZA	
蜗轮径向综合公差	F_i''	0.112
蜗轮一齿径向综合公差	f_i''	0.045
蜗轮齿形公差	f_{f2}	0.028

3	蜗轮轮芯	1	HT200		
2	螺栓 M10×40	6	Q235A		
1	蜗轮轮缘	1	ZCuSn10P1		
序号	名称	数量	材料	标准	备注
（标题栏）					

附图 12.13　蜗轮部件

$\phi 326$
$\phi 314$
$\phi 240^{+0.046}_{0}$ (E) $Rz\,8$
62
12
$Rz\,20$
$\phi 252$
180
$C1$
$R23$

技 术 要 求

未注尺寸偏差处精度为 IT12。

$\sqrt{Rz\,50}$ (✓)

（标题栏）

附图 12.14　蜗轮轮缘

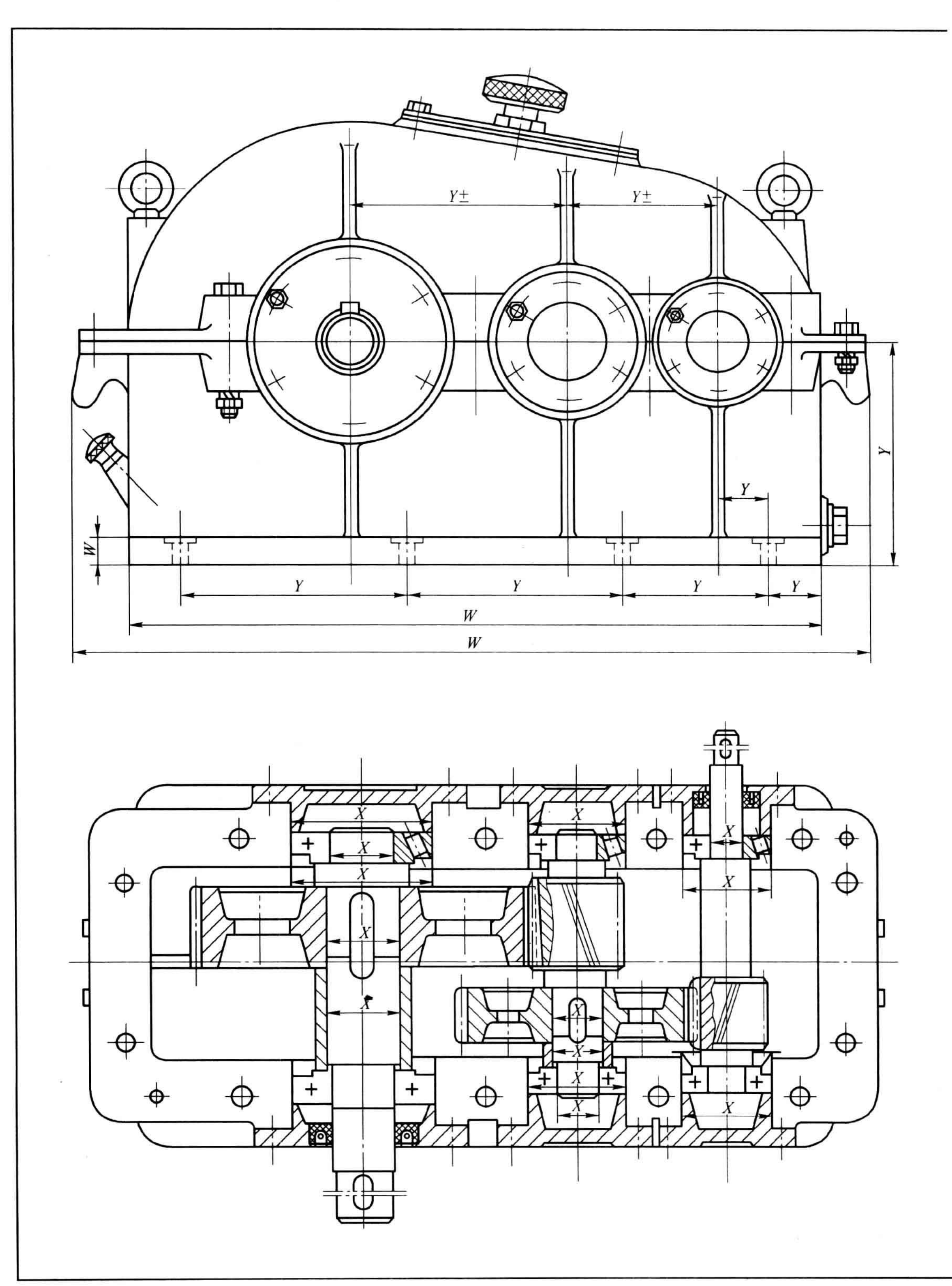
技术要求

1. 铸造斜度 1:20。
2. 铸造圆角 *R*3 ~ 5。
3. 铸造尺寸精度为 IT18。
4. 机械加工未注明尺寸偏差处精度为 IT12。
5. 全部倒角 *C*2。

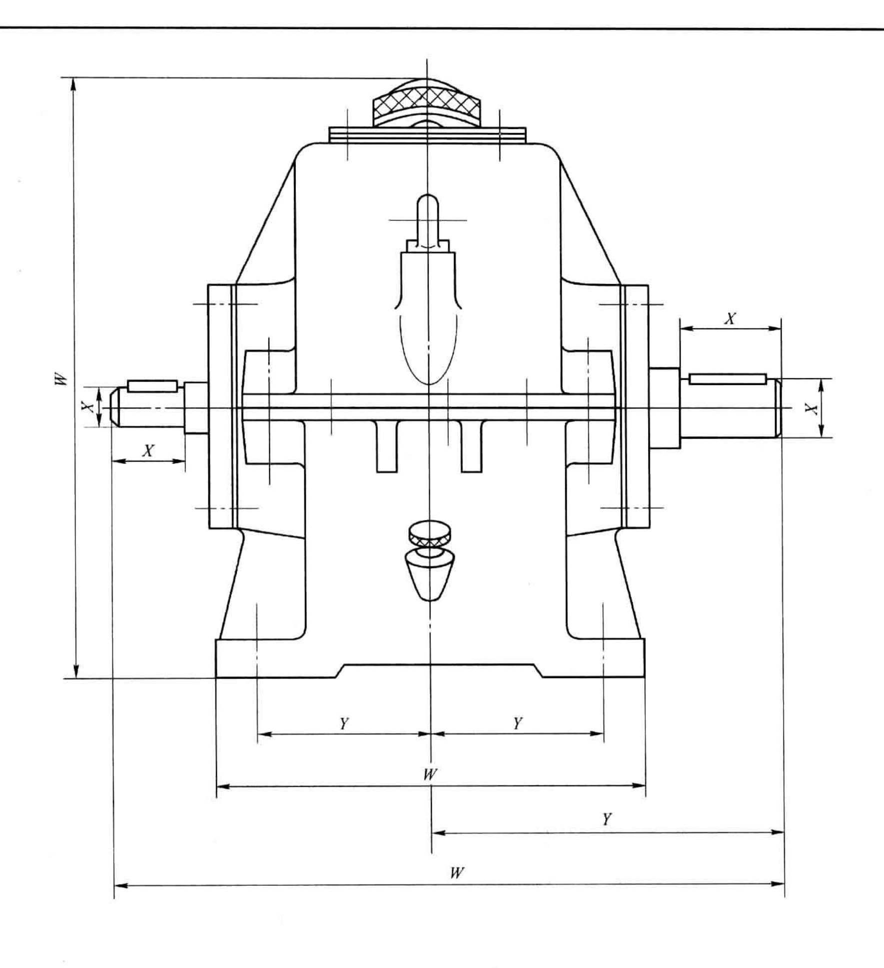
(√)

（标题栏）

附图 12.15 蜗轮轮芯



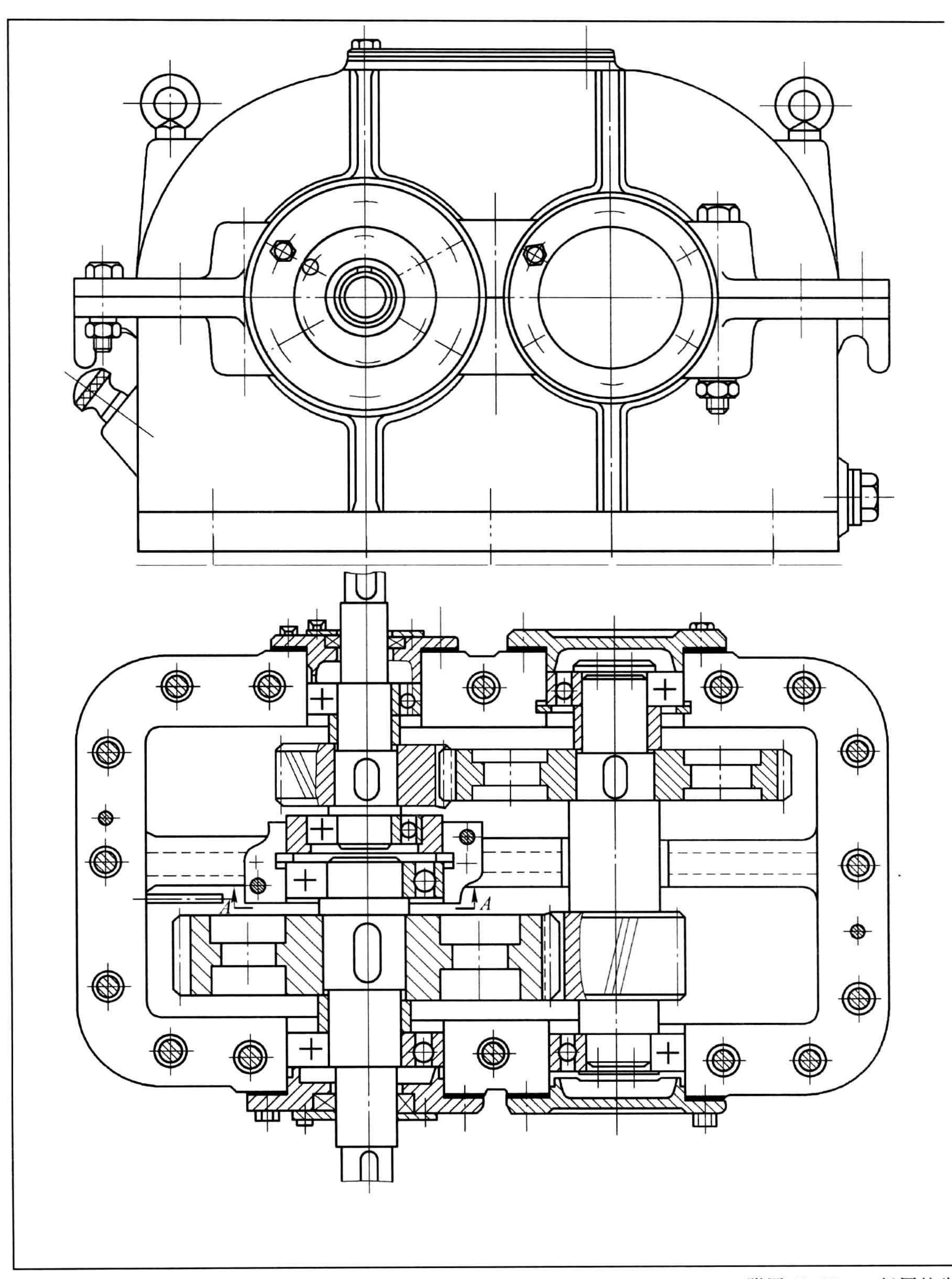
附图 12.16　二级圆柱



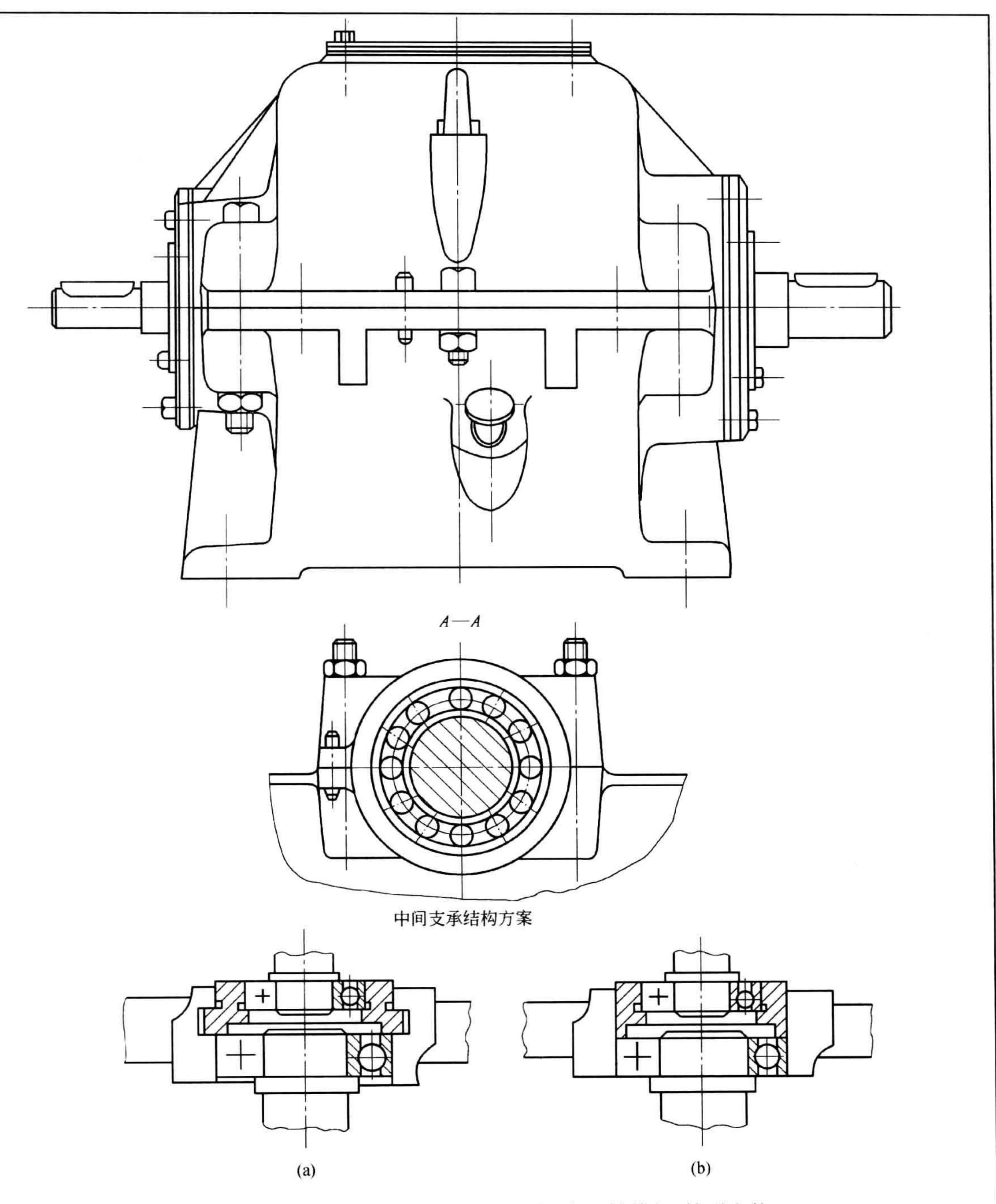
说明:齿轮传动用油润滑,滚动轴承用脂润滑。为避免油池中稀油溅入轴承座,在齿轮与轴承之间放置挡油环。输入轴和轴出轴处用毡圈密封,在毡圈外装有压紧盖,以延长密封圈使用寿命和便于更换。

(标题栏)

齿轮减速器(展开式)



附图 12.17　二级圆柱齿



中间支承结构方案

说明：减速器长度方向尺寸较小，但轴向尺寸较大，中间轴较长，轴刚度较差，两级大齿轮直径接近，有利于浸油润滑。输入轴、输出轴的轴线要保持重合，孔加工的同轴度精度就较高。

（标题栏）

轮减速器（同轴式）

附录13 减速器装拆和结构分析实验

一、 实验目的

1. 熟悉减速器的基本结构,了解常用减速器的用途及特点;
2. 了解减速器各部分零件的名称、结构和功用;
3. 了解减速器的装配关系及安装调整过程;
4. 学会减速器基本参数的测定方法。

二、 实验设备及工具

减速器型号:(具体型号因学校而异。)

工具:扳手、钢尺、卡尺等。

三、 实验步骤

1. 结合图册、教材等,了解减速器的使用场合及主要特性。

2. 观察减速器的外形,用手来回推动输入轴、输出轴,感受轴向窜动及传动过程。用扳手旋开箱盖上的螺栓,卸下箱盖,观察减速器各部分的结构。

(1) 观察减速器的传动路线,分析该传动方案的优缺点及适用场合。观察各级传动所采用传动机构的特点,并判断其布置是否合理。

(2) 观察轴组件部件

1) 分析传动零件所受轴向力和径向力向箱体基础传递的过程。

2) 分析轴上零件的轴向和周向固定方法。

3) 观察轴承组合的轴向固定方法,并说明轴承游隙及轴承组合位置是如何调整的。

(3) 观察箱体部件

1) 观察箱体的剖分面,注意它是否与传动件轴心线平面重合。观察箱体的结构工艺性(如薄厚壁之间的过渡、拔模斜度、两壁间的连接、箱座底面结构、同一轴线上的两轴承孔直径是否相等、各轴承座孔外端面是否处于同一平面等)。

2) 观察支撑肋板和凸台的位置及高度。

3) 观察各部分螺栓的尺寸及间距,它们与外箱壁、凸台边缘的距离,并注意扳手空间是否合适。

(4) 观察箱体附件

1) 观察窥视孔、通气器、油标、放油螺塞等的结构、位置及功能。

2) 观察定位销孔的位置及起吊装置的形式。

(5) 观察润滑与密封装置

1) 分析传动件采用何种润滑方式,观察传动件与箱体底面的距离。

2) 分析滚动轴承的润滑方式,如采用飞溅润滑,观察箱体剖分面上油沟的位置、形状与结构。

3) 观察加油孔的结构与位置。

(6) 分析传动零件的结构、材料及毛坯种类

3. 利用工具测量减速器各主要部分的参数及尺寸。

(1) 测出各齿轮齿数,求出各级传动比及总传动比。

(2) 测出中心距,并根据公式推算出齿轮的模数及斜齿轮的螺旋角 β。

(3) 测出各齿轮的齿宽,算出齿宽系数,观察大、小齿轮的齿宽是否一样。

(4) 测量齿轮与箱壁间的间隙、油池深度,分析滚动轴承的型号等。

(5) 进行接触斑点试验:

1) 将一对相互啮合齿轮的齿面擦干净。

2) 在一对齿轮的 2 ~ 3 个齿的齿面上涂一层薄薄的红丹,再转动啮合。

3) 观察接触斑点的大小与位置,画出示意图,并分别求出齿宽及齿长方向接触斑点的百分数。

4. 确定减速器的装配顺序,分析如何装配更方便(箱体内或箱体外装配),认真将减速器装配复原。

四、注意事项

1) 装拆时,把拆下的螺栓等零件按种类排好,以防散失。

2) 实验完毕后要把设备及工具整理好,经指导教师同意方能离开实验室。

五、实验报告

实验报告必须独立完成,按期交付。实验报告的格式如下:

减速器装拆和结构分析实验报告

姓名____________________班级__________学号__________

一、实验条件

1. 减速器的型号、规格

型号:

规格：

2．实验所用工具

二、观察报告

1．绘出减速器的机构传动简图，标出各传动件及输入、输出轴。

2．分析减速器主要零件的功用。

箱体：

齿轮及键：

轴及轴承：

润滑系统：

3．减速器主要参数及实验数据。

减速器类型及名称					
传动比		$i_{高}$	$i_{低}$	$I_{总}=i_{高}\cdot i_{低}$	
		高速级		低速级	
齿数 z		小齿轮	大齿轮	小齿轮	大齿轮
中心距 a/mm					
模数	m_t/mm				
	m_n/mm				

续表

<table>
<tr><td rowspan="2">齿宽及齿宽系数</td><td>b/mm</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ψ_{d}</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">轴承型号及个数</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">锥齿轮的顶锥角 δ_{a}</td><td colspan="4">δ_{a1} = ,δ_{a2} =</td></tr>
<tr><td colspan="2">斜齿轮的螺旋角</td><td colspan="4">β_{1} = ,β_{2} =</td></tr>
<tr><td colspan="2">蜗杆参数</td><td colspan="4">m = z_{1} = γ = d_{1} =</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">接触斑点</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>b'' = mm
b' = mm
c = mm
h'' = mm
h' = mm</td><td>$\frac{b''-c}{b'}\times 100\%$ =</td><td>$\frac{h''}{h'}\times 100\%$ =</td><td>估计齿轮的接触精度</td></tr>
</table>

注：接触斑点的测定见参考文献[9]。b''、b'分别为接触痕迹的长度及工作长度；c 为超过模数值的断开部分；h''、h'分别为接触痕迹的平均高度及工作高度。

4. 绘制输入或输出轴的轴上零件结构示意图，标注装配尺寸和配合与精度等级。

5. 写出装拆体会，对所装拆的减速器提出改进意见。

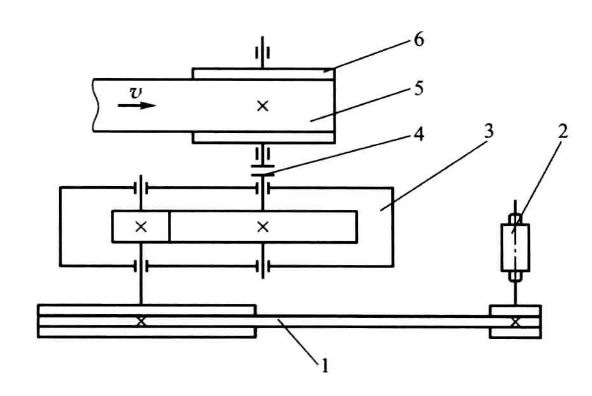
1）传动零件、轴组件及箱体的结构是否合理。

2）轴承的选择、安装调整、固定、拆卸和润滑密封等方面是否合理。

3）其他方面的体会和改进意见。

附录 14　设计题目

一、设计带式输送机传动装置(一)



附图 14.1

1—V 带传动;2—电动机;3—圆柱齿轮减速器;4—联轴器;5—输送带;6—滚筒

原始数据:

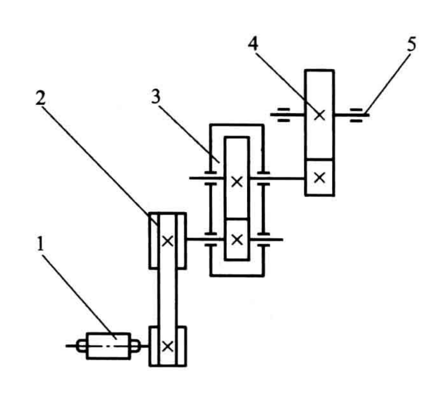
参数	题号				
	1	2	3	4	5
输送带工作拉力 F/N	2 300	2 100	1 900	2 200	2 000
输送带工作速度 v/(m/s)	1.5	1.6	1.6	1.8	1.8
滚筒直径 D/mm	400	400	400	450	450
每日工作时数 T/h	24	24	24	24	24
传动工作年限/a	5	5	5	5	5

注:传动不逆转,载荷平稳,起动载荷为名义载荷的 1.25 倍,输送带速度允许误差为 ±5%。

设计工作量:

1. 设计说明书 1 份;
2. 减速器装配图 1 张(A0 或 A1);
3. 零件工作图 1 ~ 3 张。

二、设计输送传动装置



附图 14.2

1—电动机;2—V 带传动;3—圆柱齿轮减速器;4—开式齿轮;5—输送机构的输入轴

原始数据:

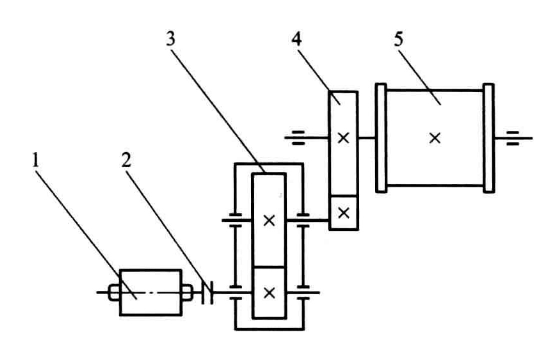
参数	题号				
	1	2	3	4	5
输出轴功率 P/kW	3	4	4.8	5	6.2
输出轴转速 n/(r/min)	35	38	40	45	50
传动工作年限/a	6	10	8	10	8
每日工作班数	2	1	1	1	1
工作场所	车间	矿山	矿山	车间	车间
批量	小批	大批	小批	成批	成批

注:总传动比误差为 ±5%,单向回转,轻微冲击。

设计工作量:

1. 设计说明书 1 份;
2. 减速器装配图 1 张(A0 或 A1);
3. 零件工作图 1 ~ 3 张。

三、设计绞车传动装置



附图 14.3

1—电动机;2—联轴器;3—斜齿圆柱齿轮减速器;4—开式齿轮;5—卷筒

原始数据:

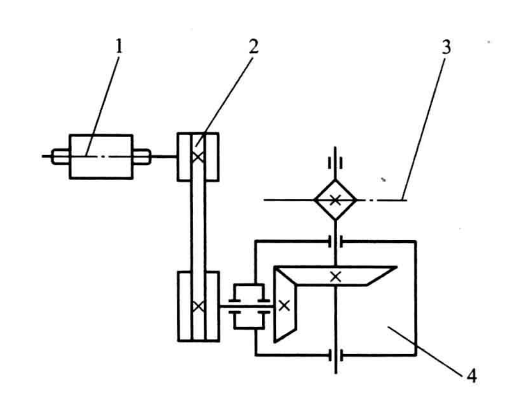
参数	题号						
	1	2	3	4	5	6	7
卷筒圆周力 F/N	5 000	7 500	8 500	10 000	11 500	12 000	12 500
卷筒转速 n/(r/min)	60	55	50	45	40	35	30
卷筒直径 D/mm	350	400	450	500	350	400	35

注:间歇工作,载荷平稳,传动可逆转,起动载荷为名义载荷的 1.25 倍。传动比误差为 ±5%,每隔 2 min 工作一次,停机 5 min,工作年限为 10 年,两班制。

设计工作量:

1. 设计说明书 1 份;
2. 减速器装配图 1 张(A0 或 A1);
3. 零件工作图 1 ~ 3 张。

四、设计链式输送机传动装置



附图 14.4

1—电动机;2—V 带传动;3—链式输送机;4—锥齿轮减速器

原始数据:

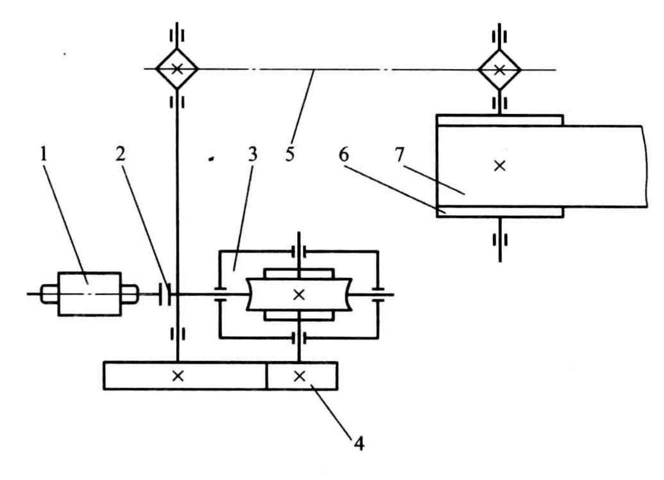
参数	题号						
	1	2	3	4	5	6	7
输出轴功率 P/kW	3	3.2	3.4	3.6	3.8	4	4.2
输出轴转速 n/(r/min)	100	110	115	120	125	135	140

注:传动不可逆,载荷平稳,连续工作,起动载荷为名义载荷的 1.25 倍,传动比误差为 ±7.5%。

设计工作量:

1. 设计说明书 1 份;
2. 减速器装配图 1 张(A0 或 A1);
3. 零件工作图 1 ~ 3 张。

五、 设计带式输送机传动装置(二)



附图 14.5

1—电动机;2—联轴器;3—蜗轮减速器;4—开式齿轮传动;5—链传动;6—滚筒;7—输送带

原始数据:

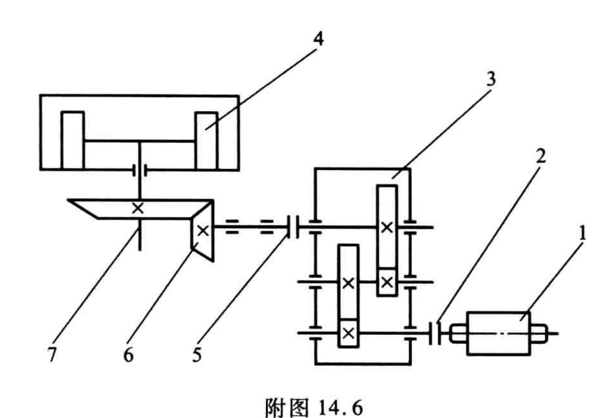
参数	题号				
	1	2	3	4	5
输送带工作拉力 F/N	7 000	8 000	9 000	10 000	11 000
输送带工作速度 v/(m/s)	6.5	5.5	5	5	5
滚筒直径 D/mm	350	350	450	500	600
每日工作时数/h	8	8	8	8	8
传动工作年限/a	5	5	5	5	5

注:传动不逆转,载荷平稳,起动载荷为名义载荷的 1.25 倍,输送带速度允许误差为 ±5%。

设计工作量:

1. 设计说明书 1 份;
2. 减速器装配图 1 张(A0 或 A1);
3. 零件工作图 1 ~ 3 张。

六、 设计盘磨机传动装置



附图 14.6

1—电动机;2、5—联轴器;3—圆柱齿轮减速器;4—碾轮;6—锥齿轮传动;7—主轴

原始数据:

参数	题号				
	1	2	3	4	5
主轴转速 $n_{主}$/(r/min)	30	40	32	45	50
锥齿轮传动比 i	3	4	3.5	3.5	4
电动机功率 P/kW	7.5	7.5	7.5	5.5	5.5
电动机转速 $n_{电}$/(r/min)	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
每日工作时数/h	8	8	8	8	8
传动工作年限/a	8	8	8	8	8

注:传动不逆转,有轻微的振动,起动载荷为名义载荷的 1.5 倍,主轴转速允许误差为 ±5%。

设计工作量:

1. 设计说明书 1 份;
2. 减速器装配图 1 张(A0 或 A1);
3. 零件工作图 1 ~ 3 张。

附录 15　课程设计答辩

一、答辩的目的

1. 使学生能较系统地总结在整个机械设计基础课程设计中学到的有关知识；
2. 使学生巩固和深化有关知识；
3. 检查学生对有关知识的掌握情况，使学生了解自己的有关知识和能力情况；
4. 有利于恰当评定学生的成绩。

二、答辩条件

具备下述条件的学生方能参加答辩。

1. 按要求完成了全部图纸的设计工作量；
2. 按要求完成了说明书的编写；
3. 在整个课程设计过程中，遵守纪律，在教师的指导下独立完成设计任务。

三、评分原则

学生在课程设计中完成的最终图纸及设计计算说明书并不能完全反映其真实水平，要对学生的设计恰当评分，必须注意抓两头，即一头抓平时，一头抓答辩。

评分制度采用五级分制（优、良、中、及格、不及格）。评分原则由学校根据具体条件而定。

四、答辩参考题

1. 综合题目

（1）电动机的额定功率与输出功率有何不同？传动件是按哪种功率来设计的？为什么？

（2）同一轴上的功率 P、转矩 T、转速 n 之间有何关系？你所设计的减速器中各轴上的功率 P、转矩 T、转速 n 是如何确定的？

（3）在装配图的技术要求中，为什么要对传动件提出接触斑点的要求？如何检验？

（4）装配图的作用是什么？装配图应包括哪些方面的内容？

（5）装配图上应标注哪几类尺寸？举例说明。

（6）你所设计的减速器的总传动比是如何确定和分配的？

（7）在你设计的减速器中，哪些部分需要调整？如何调整？

（8）减速器箱盖与箱座连接处定位销的作用是什么？销孔的位置如何确定？销孔在何时加工？

（9）起盖螺钉的作用是什么？如何确定其位置？

（10）你所设计传动件的哪些参数是标准的？哪些参数应该圆整？哪些参数不应该圆整？为什么？

（11）传动件的浸油深度如何确定？如何测量？

（12）伸出轴与端盖间的密封件有哪几种？你在设计中选择了哪种密封件？选择的依据是什么？

（13）为了保证轴承的润滑与密封，你在减速器结构设计中采取了哪些措施？

（14）密封的作用是什么？你设计的减速器哪些部位需要密封？你采取了什么措施保证密封？

（15）毡圈密封槽为何做成梯形槽？

（16）轴承采用脂润滑时为什么要用挡油环？挡油环为什么要伸出箱体内壁？

（17）你设计的减速器有哪些附件？它们各自的功用是什么？

（18）布置减速器箱盖与箱座的连接螺栓、定位销、油标及吊耳（吊钩）的位置时应考虑哪些问题？

（19）通气器的作用是什么？应安装在哪个部位？你选用的通气器有何特点？

（20）窥视孔有何作用？窥视孔的大小及位置应如何确定？

（21）说明油标的用途、种类以及安装位置的确定。

（22）你所设计箱体上油标的位置是如何确定的？如何利用该油标测量箱内油面高度？

（23）放油螺塞的作用是什么？放油孔应开在哪个部位？

（24）轴承旁凸台的结构、尺寸如何确定？

（25）在箱体上为什么要做出沉头座坑？沉头座坑如何加工？

（26）轴承端盖起什么作用？有哪些形式？各部分尺寸如何确定？

（27）轴承端盖与箱体之间所加垫圈的作用是什么？

（28）如何确定箱体的中心高？如何确定剖分面凸缘和底座凸缘的宽度和厚度？

（29）试述螺栓连接的防松方法。在你的设计中采用了哪种方法？

（30）调整垫片的作用是什么？它的材料为什么多采用08F？

（31）箱盖与箱座安装时，为什么剖分面上不能加垫片？如发现漏油（渗油），应采取什么措施？

（32）箱体的轴承孔为什么要设计成一样大小？

（33）为什么箱体底面不能设计成平面？

（34）你在设计中采取什么措施提高轴承座孔的刚度？

2. 轴、轴承及轴毂连接的有关题目

（1）结合你的设计，说明如何考虑向心推力轴承轴向力 F_a 的方向？

（2）试分析轴承的正、反装形式的特点及适用范围。

（3）你所设计减速器的各轴分别属于哪类轴（按承载情况分）？轴断面上的弯曲应力和扭转切应力各属于哪种应力？

(4) 以减速器的输出轴为例,说明轴上零件的定位与固定方法。

(5) 试述你的设计中轴上所选择的形位公差。

(6) 试述低速轴上零件的装拆顺序。

(7) 轴承在轴上如何安装和拆卸? 在设计轴的结构时如何考虑轴承的装拆?

(8) 为什么在两端固定式的轴承组合设计中要留有轴向间隙? 对轴承轴向间隙的要求如何在装配图中体现?

(9) 说明你所选择的轴承类型、型号及选择依据。

(10) 你在轴承组合设计中采用了哪种支承结构形式? 为什么?

(11) 轴上键槽的位置与长度如何确定? 你所设计的键槽是如何加工的?

(12) 设计轴时,对轴肩(或轴环)的高度及圆角半径有什么要求?

(13) 角接触轴承为什么要成对使用?

(14) 圆锥滚子轴承的压力中心为什么不通过轴承宽度的中点?

3. 齿轮减速器的有关题目

(1) 试分析齿轮啮合时的受力方向。

(2) 试述尺寸大小、生产批量对选择齿轮结构形式的影响。

(3) 试述你所设计齿轮传动的主要失效形式及设计准则。

(4) 试述获得软齿面齿轮的热处理方法及软齿面闭式齿轮传动的设计准则。

(5) 你所设计齿轮减速器的模数 m 和齿数 z 是如何确定的? 为什么低速级齿轮的模数大于高速级?

(6) 在进行齿轮传动设计时,如何选择齿宽系数 ψ_d? 如何确定轮齿的宽度 b_1 与 b_2?

(7) 为什么通常大、小齿轮的宽度不同,且 $b_1 > b_2$?

(8) 影响齿轮齿面接触疲劳强度的主要几何参数是什么? 影响齿根弯曲疲劳强度的主要几何参数是什么? 为什么?

(9) 在齿轮设计中,当接触疲劳强度不满足要求时,可采取哪些措施提高齿轮的接触疲劳强度?

(10) 在齿轮设计中,当弯曲疲劳强度不满足要求时,可以采取哪些措施提高齿轮的弯曲疲劳强度?

(11) 在进行闭式齿轮传动设计时,如何使弯曲疲劳强度的裕度减少?

(12) 大、小齿轮的硬度为什么有差别? 哪一个齿轮的硬度高?

(13) 在锥齿轮传动中,如何调整两齿轮的锥顶使其重合?

(14) 在什么情况下采用直齿轮,什么情况下采用斜齿轮?

(15) 可采用什么办法减小齿轮传动的中心距?

(16) 锥齿轮的浸油高度如何确定? 油池深度如何确定? 如果油池过浅会产生什么问题?

(17) 套杯和端盖间的垫片起什么作用? 端盖和箱体间的垫片起什么作用?

(18) 如何保证小锥齿轮轴的支承刚度?

(19) 试述小锥齿轮轴轴承的润滑。

(20) 在二级圆柱齿轮减速器中,如果其中一级采用斜齿轮,那么它应该放在高速级还是低速级? 为什么? 如果两级均采用斜齿轮,那么中间轴上两齿轮的轮齿旋向应如何确定? 为什么?

4．蜗杆减速器的有关题目

（1）在蜗杆传动中为什么要在同一模数下规定几个蜗杆分度圆直径 d_1？

（2）你所设计的蜗杆、蜗轮，其材料是如何选择的？

（3）在蜗杆传动设计中如何选择蜗杆的头数 z_1？为什么蜗轮的齿数 z_2 应不小于 $z_{2\min}$，且最好不大于80？

（4）为什么蜗杆传动比齿轮传动效率低？蜗杆传动的效率包括几部分？

（5）蜗轮轴上滚动轴承的润滑方式有几种？你所设计的减速器上采用哪种润滑方式？蜗杆轴上的滚动轴承是如何润滑的？蜗杆轴上为什么要装有挡油板？

（6）在蜗杆传动中，如何调整蜗轮与蜗杆中心平面的重合？

（7）在蜗杆传动中，蜗轮的转向如何确定？啮合时的受力方向如何确定？

（8）根据你的设计，谈谈为什么要采用蜗杆上置（或下置）的结构形式？

（9）蜗杆减速器的浸油深度如何确定？

（10）蜗杆传动的散热面积不够时，可采用哪些措施解决散热问题？

参考文献

[1] 陈立德. 机械设计基础. 3 版. 北京:高等教育出版社,2007.

[2]《机械设计师手册》编写组. 机械设计师手册. 北京:机械工业出版社,1998.

[3] 吴宗泽,罗圣国. 机械设计课程设计手册. 3 版. 北京:高等教育出版社,2010.

[4] 龚桂义. 机械设计课程设计指导书. 2 版. 北京:高等教育出版社,1990.

[5] 卢颂峰. 机械零件课程设计手册. 北京:中央广播电视大学出版社,1998.

[6] 浙江大学机械零件教研室. 机械零件课程设计. 杭州:浙江大学出版社,1983.

[7] 上海交通大学机械原理及机械零件教研室. 机械零件课程设计. 上海:上海交通大学出版社,1980.

[8] 哈尔滨工业大学,等. 机械零件课程设计指导书. 北京:高等教育出版社,1982.

[9] 陈于萍. 互换性与测量技术基础. 2 版. 北京:机械工业出版社,2006.

[10] 王中发. 机械设计. 北京:北京理工大学出版社,1998.

[11] 吴宗泽. 机械零件设计手册. 北京:机械工业出版社,2004.

[12] 陈立德. 机械设计基础课程设计. 3 版. 北京:高等教育出版社,2011.

[13] 现代实用机床设计手册编委会. 现代实用机床设计手册上、下册. 北京:机械工业出版社,2006.

[14] 吴宗泽. 机械设计师手册. 2 版. 上、下册. 北京:机械工业出版社,2008、2010.

[15] 机械工业材料选用手册编写组. 机械工业材料选用手册. 北京:机械工业出版社,2009.

[16] 曾正明. 机械工程材料手册. 7 版. 北京:机械工业出版社,2010.

[17] 方昆凡. 公差与配合实用手册. 2 版. 北京:机械工业出版社,2012.

[18] 闻邦椿. 现代机械设计师手册. 上、下册. 北京:机械工业出版社,2012.

[19] 吴宗泽等. 简明机械零件设计手册. 北京:电力出版社,2011.

普通高等教育“十一五”国家级规划教材修订版

机　械　设　计　基　础　系　列

书名	作者
机械设计基础（第四版）（赠送可编辑的PPT、电子教案、素材库、考试系统和自测系统）	陈立德　罗卫平
机械设计基础课程设计指导书（第四版）	陈立德
机械设计基础学习指南与题解	陈立德　罗卫平
机械设计基础作业集	陈立德
机械设计基础（第三版）	邓昭铭　张　莹
机械设计基础（赠送PPT、电子教案、素材库、考试系统和自测系统）	张建中
机械设计基础课程设计（配盘）	张建中
机械设计基础学习与训练指南（配盘）	张建中
机械设计基础（赠送PPT、考试系统和自测系统）	徐钢涛
机械设计基础课程设计指导书（配盘）	徐钢涛
机械设计基础（赠送电子教案）	王志伟
机械设计基础课程设计	王志伟
机械设计基础（赠送电子教案）	李业农
机械设计基础课程设计	游文明　李业农
机械设计基础（第二版）（近机和非机类）（赠送电子教案）	石固欧
机械创新设计（赠送电子教案）	王志平
机械基础（第三版）（赠送电子教案）	刘跃南
机械工程基础（第三版）（赠送电子教案）	李铁成　孟
机械工程基础	金旭星

